

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES EN LOS PASTIZALES DE
LAS SABANAS DE HEATH DE LA PROVINCIA ABEL ITURRALDE,
DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

RUTY CORI COMBATA

LA PAZ - BOLIVIA

2010

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**EVALUACIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES EN LOS PASTIZALES DE
LAS SABANAS DE HEATH DE LA PROVINCIA ABEL ITURRALDE,
DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

RUTY CORI COMBATA

ASESORES:

Dra. Jasivia Gonzales Rocabado

M. Sc. Ing. Félix Rojas Ponce

M. Sc. Ing. Agr. Ángel Pastrana Albis

TRIBUNAL:

Ing. Wilfredo Lizarro Flores

Ing. Eduardo Oviedo Farfan

Dr. Bernardo Solíz Guerrero

Aprobada

Presidente: TRIBUNAL EXAMINADOR

DEDICATORIA:

A mis padres por los sacrificios brindados, comprensión, aliento y por enseñarme el amor al estudio y a la vida.

A mi hermana única por su fraternidad y toda la ayuda brindada en esta etapa de mi vida.

A la vida.... Por lo aprendido

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su enorme esfuerzo, apoyo y confianza depositada en mí para culminar esta etapa importante de mi vida profesional.

A la Asociación para la Conservación de la Amazona (ACA-Bolivia), por brindarme la oportunidad para la realización de mi estudio de investigación a través de una beca Tesis.

Al Herbario Nacional de Bolivia por contribuir en mi formación y el apoyo bibliográfico brindado.

En especial a mi Asesora Dra. Jasivia Gonzales Rocabado (Coordinadora General y Representante Legal en Bolivia) por su asesoramiento tanto en campo como en gabinete y su constante apoyo, sugerencias y confianza, además de esto con su constante seguimiento en el presente trabajo.

A mi asesor M. Sc. Ing. Félix Rojas Ponce por su revisión, sugerencias y orientación del presente trabajo.

A la Lic. Maritza Cornejo (Bióloga) por brindarme su apoyo y colaboración en el proceso de la ejecución de la Tesis.

A Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía y sus autoridades, por el apoyo brindado en mis estudios y formación profesional.

Al Lic. Marcos Terán e Ing. Abraham Poma Ch. por su apoyo y desinteresada colaboración.

A los señores de la comunidad de Puerto Pérez y a la comunidad de Mercedes por su colaboración intensa en el trabajo de campo.

Finalmente agradecer a todos los compañeros y amigos de la universidad quienes estuvieron apoyándome en todo momento.

INDICE GENERAL

	Página
CONTENIDO.....	I
INDICE DE CUADROS	V
INDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN.....	IX
1. INTRODUCCION	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.1. Objetivo general.....	3
1.1.2. Objetivos específicos	3
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1. Sabanas.....	4
2.2. Clasificación de las sabanas.....	5
2.2.1. Clasificación según su fisonomía.....	5
2.2.2. Clasificación según las condiciones climáticas	6
2.3. Distribución de las Sabanas en Bolivia	8
2.3.1. Sabana húmeda montañosa antropogénica de Apolo	9
2.3.2. Sabana semihúmeda montañosa antropogénica de Circuata.....	9
2.3.3. Sabanas de inundación estacional (Pampas de Moxos)	9
2.3.4. Sabanas con palmares Xeromorfos de inundación estacional.....	10
2.3.5. Sabana de Iturralde – Norte de Beni.....	10

2.3.6.	Sabana antropogénica de Santa Cruz-Montero.....	11
		Página
2.3.7.	Sabanas del Cerrado	11
2.3.8.	Sabanas de inundación estacional del Pantanal.....	12
2.3.9.	Sabanas arboladas de Velasco	12
2.3.10.	Sabana de Iturralde y Norte del Beni	12
2.4.	Sucesión de la condición de Sabana	13
2.5.	Aspectos metodológicos y de análisis	13
2.5.1.	Fitosociología.....	13
2.5.2.	Método Fitosociológico	14
2.5.3.	Fundamentos del método Fitosociológico.....	14
2.5.4.	Relevamiento	15
2.5.5.	Otras técnicas de muestreo	16
2.6.	Definición de comunidad vegetal	17
2.7.	Caracterización de la vegetación	18
2.7.1.	Estructura de las comunidades vegetales	18
2.7.2.	Estructura horizontal	18
2.7.3.	Estructura vertical	19
2.7.4.	Densidad.....	20
2.7.5.	Composición Florística.....	21
2.7.6.	Diversidad biológica.....	21
2.7.7.	Otros aspectos de la diversidad biológica.....	22
2.7.8.	Dinámica ecológica.....	23
2.7.8.1.	Dinámica fenológica.....	23
2.7.8.2.	Dinámica fenológica de las sabanas.....	24
		Página

3.	MATERIALES Y METODOS	25
3.1.	Descripción del área del estudio	25
3.1.1.	Localización	25
3.1.2.	Geomorfología	28
3.1.3.	Características climáticas de la zona	28
3.1.4.	Vegetación	29
3.1.5.	Suelo.....	30
3.2.	Materiales	31
3.2.1.	De campo.....	31
3.2.2.	De Gabinete.....	31
3.3.	Métodos	32
3.3.1.	Reconocimiento del área	32
3.3.2.	Diseño y definición del rango de tamaño de las muestras	33
3.3.3.	Toma de Datos en el área de estudio	35
3.3.4.	Identificación de las muestras colectadas.....	38
3.4.	Análisis y desarrollo de las variables consideradas	38
3.4.1.	Análisis de la diversidad de las especies.....	38
3.4.2.	Evaluación de diversidad de especies en el relevamiento	39
3.4.3.	Análisis de riqueza de especies en el muestreo	41
3.4.4.	Análisis de las comunidades.....	43
3.4.5.	Análisis de la estructura horizontal y vertical	44
3.4.6.	Evaluación de la dinámica fenológica	46
		Página
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	47
4.1.	Resultados	47

4.1.1.	Composición florística y diversidad	47
4.1.2.	Análisis de la fitodiversidad.....	48
4.1.2.1.	Riqueza.....	49
4.1.2.2.	Diversidad	51
4.1.3.	Descripción y análisis de las comunidades.....	53
4.1.3.1.	Comunidades del grupo A o de <i>Lycopodiella cernua</i>	54
4.1.3.2.	Comunidad 1 o de <i>Aristida torta</i>	54
4.1.3.3.	Comunidad 2 o de <i>Doliocarpus dentatus</i>	55
4.1.3.4.	Comunidad 3 o de <i>Cyperus surinamensis</i>	56
4.1.3.5.	Comunidad 4 o de <i>Eleocharis minima</i>	56
4.2.	Estructura de la Sabana	59
4.2.1.	Análisis de la Cobertura de especies.....	59
4.2.2.	Análisis de la estructura horizontal de familias	63
4.2.3.	Análisis de la Estructura Vertical.....	64
4.2.4.	Análisis de Estratificación	66
4.2.5.	Análisis de Estructura vertical por comunidades.....	68
4.2.6.	Aspectos ecológicos considerados	70
4.2.6.1.	Evaluación de la dinámica fenológica	70
4.2.6.2.	Análisis de vitalidad	72
		Página
4.3.	Discusión de resultados	73
5.	CONCLUSIONES	79
6.	RECOMENDACIONES	81

7.	BIBLIOGRAFIA.....	82
8.	ANEXO.....	90

INDICE DE CUADROS

	Página
1. Índices establecidos por Lagerberg para el grado de cobertura	45
2. Familias botánicas más representativas en las sabanas del Este, Pampas del Heath (Provincia Abel Iturralde)	48
3. Cuantificación de las especies con sus coberturas de suelo en los 50 relevamientos	62
4. Dinámica fenológica de acuerdo a los datos de campo en el area de estudio	70
5. Frecuencias de especies observadas en las comunidades vegetales de estudio	72
6. Estadísticos descriptivos de vitalidad en los censos de los 50 relevamientos	73

INDICE DE FIGURAS

	Página
1. Unidad de muestreo de cuadrado.....	16
2. Ubicación del área de estudio “Campamento Parabas”.....	26
3. Vista panorámica del Río Madre de Dios.....	27
4. Vista panorámica del río Asunta.....	27
5. Climatograma de la Estación de Puerto Maldonado.....	29
6. Area de estudio y de inicio de muestreo.....	34
7. Ubicación de las parcelas a lo largo de un transecto imaginario.....	34
8. Ejemplo de la instalación de los relevamientos de área.....	35
9. Vista previa del laboratorio botánico establecido en el campamento Parabas (área de estudio).....	37
10. Presencia de especies por relevamiento, determinados por los indicadores de Chao 1 e ICE basado en la cobertura de especies.....	50
11. Diversidad de especies que marcan todos lo relevamientos en los pastizales de las Pampas de Heath.....	52
12. Distribución de especies existentes en una cantidad moderada en las Sabanas de Heath.....	52

	Página
13. Cladograma de similitud florística entre relevamientos	57
14. Especies generalistas del Este de las Sabanas del Heath	58
15. Distribución de las especies según la cobertura por superficie en los relevamientos	60
16. Estructura de familias de los 721 especímenes registrados en los 50 relevamientos en las sabanas de Heath.....	63
17. Estructura vertical de hierbas en cada relevamiento (50) en las sabanas de Heath.....	65
18. Estructura vertical de arbustos en cada una de los 50 relevamientos en los tres transectos de 200 m lineales.....	66
19. Estructura de estratificación fitosociológica de especies en el área de estudio	67
20. Estructura vertical de hierbas por comunidades en los 50 relevamientos	69
21. Estructura vertical de leñosas por comunidades en los 50 relevamientos	69
22. Histograma según los datos fenológicos encontrados en las especies	71

RESUMEN

El área de estudio está ubicado en la parte Este de las sabanas de Heath, antiguo campamento Parabas de los Guardaparques del límite noreste del Parque Madidi (área de protección estricta, SERNAP 2001) a 60 km de la comunidad de Las Mercedes (demanda TCO Takana II) sobre el Rio Asunta (afluente del Rio Madre de Dios) en la Provincia Abel Iturralde, en el Municipio de Ixiamas, Norte del Departamento de La Paz.

El objetivo de este estudio es aportar con la caracterización de las comunidades vegetales dentro de la sabana con el fin de entender mejor la ecología del lugar considerando además que esta sabana es una de las mejor conservadas dentro del Neotrópico.

Para esta caracterización se empleó el método fitosociológico cuya unidad de muestreo es el relevamiento, el cual es un área determinada (para pastizales menor o igual a 100 m²) en donde se anotan todas las especies vasculares en este caso y se estima sus valores de cobertura vegetal por especie (considerando el valor total de los individuos de una especie) y además se anotan otras variables como fenología, vitalidad, altura promedio de individuos, entre otros.

En este estudio se realizaron 50 relevamientos, donde se identificaron 24 familias y 35 géneros distribuidos en 41 especies entre hierbas y arbustos. Se describen dos grupos grandes de comunidades que se diferencian principalmente por el grado de anegamiento en el que se encuentran y donde estos grupos son caracterizados en su estructura, florística y ecología.

Finalmente para cada especie encontrada dentro del relevamiento se registró la cobertura sobre el suelo, la vitalidad y su fenología.

Con todos los datos obtenidos en campo se procedió al procesamiento y análisis de la tabla inicial mediante los programas: EstimateS 6.0 b, PC-ORD, SPSS 15.0 y

estadística básica, que proporcionaron los siguientes resultados: **Composición florística**, donde *Poaceae* contiene el mayor número de especies (9), seguidas por *Cyperaceae* (5), *Melastomataceae* (4), representando un 43.90 % del total de especies censadas, con un índice de diversidad de 2.76, lo que significa que es un área relativamente homogénea en la distribución de especies, además, este valor de diversidad está afectado por la variación de cobertura entre especies.

En función a los resultados obtenidos del análisis fitosociológico de esta parte de la sabana, se han encontrado dos grupos grandes de comunidades bien marcados y que a su vez, se han identificado en su interior pequeñas comunidades de *Funastrum clausum*, *Cyperus surinamensis*, entre otras de acuerdo a las características de las especies que relaciona esta comunidad vegetal.

Por otro lado, se tiene que las **especies con mayor cobertura** de las 41 especies fueron 4 gramínoideas, y estas especies son: *Andropogon virgatus*, *Rhynchospora brownii*, *Rhynchospora trispicata*, *Sacciolepis angustissim* y representan el 9,756 % del total de especies encontradas; seguidas por otras 5 especies de gramínoideas: *Panicum aff. cayennense*, *Xyris lacerata*, *Cyperus manimae* y otros con el valor de 12.19 % de los 41 especies censadas. Sin embargo, las 32 especies de menor cobertura representan el 78.05 % de las 41 especies encontradas en estas sabanas, lo cual explica el 82.92 % de gramínoideas y el 17.08 % de arbóreas.

Un diagnóstico preliminar de las especies muestra que su dinámica fenológica es muy variada. Lo que también podría estar indicando que la sabana aún mantiene un pastizal natural con poca intervención antrópica.

ABSTRACT

The study area is located in the eastern part of the savannahs of Heath, old Parabas's Rangers camp on the northeastern border of Madidi National Park (area of strict protection, SERNAP 2001), to 60 km from the Las Mercedes village (TCO Takana II land claim) near the Asunta river (tributary of the Rio Madre de Dios river) in Abel Iturralde Province, in Ixiamas Township, North of La Paz Department.

The aim of this study is to contribute to the characterization of plant communities within the savanna to better understand the ecology of the site further considering that this savanna is one of the best preserved in the Neotropics.

For this characterization, phytosociological method was used as sampling unit is the survey, which is a particular area (for pasture equal or less than 100 m²) where all vascular species recorded in this case, and it is estimated coverage values by plant species (considering the total value of the individuals for species) and also other variables are entered as phenology, vitality, average height of individuals, among others.

In this study there were 50 surveys, which identified 24 families and 35 genera in 41 species of grasses and shrubs. We describe two large groups of communities that differ mainly by the degree of flooding in which they are located and where these groups are characterized in their structure, floristics and ecology.

Finally, for each species found within the survey, coverage on the ground, the vitality and phenology was recorded.

With all the data obtained in the field proceeded to processing and analysis of the initial table through the statistical software: EstimateS 6.0 b, PC-ORD, SPSS 15.0 and basic

statistics, which provided the following results: **floristic composition**, where Poaceae's family contains the largest number of species (9), followed by Ciperaceae (5), Melastomataceae (4), representing 43.90% of registered species, with a diversity index of 2.76, which means it is a relatively homogeneous distribution of species, as well, this value of diversity is affected by the variation in coverage between species.

Depending on the results of the phytosociological analysis of this part of savanna, have found two large groups of communities were well marked and that in turn have been identified inside small communities of *Funastrum clausum*, *Cyperus surinamensis*, among others, according to the characteristics of the species that connects this plant community.

On the other hand, it is that **species with greater coverage** of the 41 species were 4 graminoids, and these species are: *Andropogon virgatus*, *Rhynchospora brownii*, *Rhynchospora trispicata*, *Sacciolepis angustissima*, representing 9.756% of total founded species, followed by other 5 species of graminoids: *Panicum aff. cayennense*, *Xyris lacerate*, *Cyperus manimae* and others with the value of 12.19% of the 41 species surveyed. However, 32 species of lower coverage represents 78.05% of the 41 species found in these savannas, which explains 82.92% of graminoids and 17.08% of trees.

A preliminary diagnosis of the species shows that phenological dynamics is varied. What also could indicate that the savanna still has a natural pasture with little human disturbance.

1. INTRODUCCIÓN

Ningún otro país sudamericano está dotado de tanta riqueza de hábitat como Bolivia, con una diversidad de climas y una enorme diferencia altitudinal, que va desde los 120 m en el sudeste hasta los 6500 m en los picos de sus cordilleras en los Andes Centrales; los ambientes en estas regiones están influenciadas además por los constantes cambios estacionales de temperatura, precipitación y vientos, a los que se suman diferencias locales en la composición y estructura de los suelos (Renvoize, 1998).

Bolivia es un país megadiverso con infinidad de especies y aún existen áreas con poco conocimiento florístico y faunístico. La provincia Abel Iturralde del Departamento de La Paz alberga una variedad de ecosistemas que incluyen fragmentos de sabanas amazónicas como las denominadas Pampas de Heath, las cuales actualmente están siendo estudiadas y donde se están cuantificando nuevos registros florísticos y faunísticos, siendo este ecosistema el menos estudiado hasta hace algunos años (Montambault, 2002).

Una gran parte del territorio de las pampas del Heath, está dentro de los límites del Parque Nacional Madidi en un área aproximado del 60% del área total de la mencionada sabana (Montambault, 2002), donde se determinan poca o ninguna influencia antrópica, de manera que esta porción de sabanas es una de las mejor conservadas del país y de la Amazonía en general (Haase y Beck, 1989; Hanagarth y Beck, 1996).

Las pampas de Heath constituyen la única muestra de sabana húmeda tropical, están conformadas por pastizales semillanos con grandes áreas de sabana arbolada similar a un Cerrado y con agrupaciones de vegetación leñosa en las partes más altas o terrazas de esta semiplanicie, formando islas de bosques a diferentes escalas de tamaño y densidad (RAP, 2002).

La superficie de las sabanas de Heath alcanza 8.000 ha aproximadamente, cuenta con una micro topografía accidentada en gran parte debido a la interacción entre animal y suelo (Hanagarth, 1993). Gran parte de la sabana se encuentra anegada en la época húmeda del año, formando áreas de pastos bajos y de crecimiento casi uniforme de Ciperáceas y algunas Gramíneas, toda el área de las pampas de Heath está ahora cubierta por vegetación natural y dominada por las gramíneas, ciperáceas y leguminosas (SERNAP, 2001).

El principal bioma del Heath es la sabana; en cuya fisonomía se distinguen unidades pequeñas y más uniformes de tipos de vegetación, definidas por las formas de vida dominantes o que pueden tener mayor cobertura, lo que a su vez está relacionado también al tipo de fauna existente (Montambault, 2002).

Según Renvoize (1998), las gramíneas y otras familias de plantas con aspecto graminoide conforman el paisaje de las sabanas. Las gramíneas constituyen una de las familias más ricas en especies, en general comprende cerca de 700 géneros y aproximadamente 10.000 especies en todo el mundo, en Bolivia estadísticamente por departamentos y provincias, dentro de las gramíneas se conocen aproximadamente de 7.322 especies.

Los últimos estudios han demostrado que las pampas de Heath están sufriendo una transformación natural, por su acentuada arborización. Dado que las sabanas del Heath tienen unidades de vegetación muy complejas, el presente trabajo se concentra sólo en los pastizales y caracteriza las comunidades que componen estos pastos en el Este de las Sabanas de Heath (ACA-Bolivia 2006).

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

- ❖ Caracterizar la composición florística y estructura de las comunidades vegetales del lado Este de las sabanas de Heath en la Provincia Abel Iturralde del departamento de La Paz.

1.1.2. Objetivos específicos

- ❖ Describir la composición florística, diversidad y riqueza de las especies que conforman los pastizales en el Este de la sabana.
- ❖ Identificar y describir las comunidades que forman en los pastizales del Este de la sabana.
- ❖ Determinar la estructura horizontal (cobertura) y vertical (estratos) de las diferentes unidades fisionómicas en el lugar de estudio.
- ❖ Describir preliminarmente la fenológica de las especies de comunidades en los pastizales del este de la sabana.
- ❖ Identificar las características ecológicas más sobresalientes en el presente estudio.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sabanas

Las sabanas son praderas tropicales salpicadas de arbustos y árboles dispersos de varios tamaños, su origen está relacionado con las características del suelo y en cuya dinámica son importantes los fuegos naturales y los provocados por el hombre más la influencia del clima (Sarmiento, 1996).

El término sabana hace referencia a un área cubierta esencialmente por pastizales y/o vegetación herbácea y más o menos desprovista de árboles, siendo un ecosistema equivalente a las praderas de las zonas templadas (Samper, 1994), y para Cannon (1997), las cuales son más pobres en especies.

De acuerdo a Haase y Beck (1989), las sabanas del noreste boliviano es un ecosistema natural y estable, de carácter marcadamente estacional, el cual presenta un estrato continuo de gramíneas, ciperáceas y a menudo otro discontinuo de árboles bajos arbustos, con condiciones climáticas estacionales, presentando una variación en la frecuencia de la precipitación y en la disponibilidad de agua en las distintas estaciones.

Los gradientes altitudinales generan variaciones climáticas y topográficas lo que se refleja en la composición y estructura de la vegetación encontrándose en general, una variación en la biodiversidad y en los ecosistemas (Furley, 1999). En tanto las características del suelo, clima y flora de las sabanas las convierten en ecosistemas de gran importancia ecológica y económica, y son esenciales para la producción de pastos naturales y a su vez está relacionada con el sustento alimenticio de mamíferos que habitan en ella (Sarmiento, 1996).

El ecosistema de sabanas reviste importancia mundial, por constituir aproximadamente el 20% de la superficie terrestre, sin embargo tiene particular importancia en América del Sur porque ocupa el 45% del subcontinente, con un área cerca de 269 millones de hectáreas, se conoce como Cerrados en Brasil (76%), llanos en Venezuela (11%), llanos Orientales en Colombia (6%), sabanas en Bolivia (5%) y sabanas en Guyana (1.5%) (Rippstein y Motta, 2001).

2.2. Clasificación de las sabanas

La estructura de la sabana se encuentra determinada o influenciada por las condiciones bióticas y abióticas; de acuerdo con estas condiciones existen varias denominaciones dentro de las sabanas, diferenciadas por la cobertura y altura de vegetación (Sarmiento, 1990).

2.2.1. Clasificación según su fisonomía

En general la fisonomía vegetal nos permite caracterizar el tipo de vegetación y/o comunidad vegetal. Estos componentes de la caracterización son: la estructura, (altura y cobertura), formas de crecimiento (morfología gruesa y forma o aspecto del crecimiento) de las especies predominantes y los caracteres foliares (estacionalidad, forma, fenología, duración, talla y textura) de las plantas dominantes o componentes (Montambault, 2002).

Según Montambault, (2002), esta clasificación es fundamental para un sistema de clasificación de vegetación jerárquico, porque describe la estructura de la vegetación, la cubierta sobre el suelo y las formas de vida vegetal, estas a su vez se clasifican en:

- a) Sabana pastizal (sabana sin árboles), en este tipo el estrato leñoso es más alto que el estrato herbáceo.
- b) Sabanas con especies leñosas (menor a 8 m), este tipo de sabana forman más o menos unos estratos abiertos, las cuales se subdividen en: sabana abierta, sabana cerrada y sabana boscosa.
- c) Sabanas con árboles altos (mayor a 8 m), éstos son continuos o dispersos, éstas se subdividen en: sabana abierta alta, sabana cerrada alta, sabana boscosa alta y el bosque claro.
- d) Sabanas con árboles altos en pequeños grupos, son sabanas de tipo parque.
- e) Mosaico de unidades de sabanas y bosques.

2.2.2. Clasificación según las condiciones climáticas

Sarmiento, (1990), menciona que los ecosistemas de sabanas se clasifican en tres tipos fundamentales según las condiciones climáticas, estas sabanas ocupan la mayor extensión y conforman las unidades fisiográficas.

Cavelier (1996), explica que debido a los factores abióticos, se caracterizan por presentar un ciclo anual en el cual se diferencia netamente una estación seca de hasta seis meses consecutivos; donde las plantas sufren un estrés hídrico y por otro lado una estación húmeda, el resto del año. Esta clasificación climática se detalla a continuación:

- **Sabanas semiestacionales** existe suficiente agua durante la época de lluvias, pero presenta un ligero déficit durante la época seca; es decir que se alterna una estación húmeda con una seca, y presentan un mayor régimen de inundación (Sarmiento,1996). En cambio la fenología de esta sabana presenta una diferenciación relativamente alta durante la estación lluviosa en los dos períodos; sin embargo en la mitad de estos períodos se da una disminución fenológica, probablemente debido al proceso de inundación cuando el agua interfiere la emisión de radiación de la vegetación que sobresale por encima del nivel de agua, la vegetación se mantiene verde durante buena parte de la estación seca (Cavelier, 1996).

- **Sabanas estacionales** se caracterizan por tener suficiente agua durante la época lluviosa y presenta déficit de agua durante la época seca, donde el fuego es un evento normal y regular (Sarmiento, 1990); aquí se desarrollan plantas en partes no inundables, debido a que la estación seca es prolongada, con dos ritmos funcionales anuales bien marcados: la sequía y el fuego más frecuentes donde se generan pastos bajos y con pocos árboles y arbustos (León y Sicard, 2003).

Esta sabana es una comunidad muy tolerante al fuego, durante la época de lluvias, presenta suficiente humedad en las capas superiores del suelo, pero siempre por debajo de los niveles de saturación se alterna con una estación seca con déficit hídrico en el suelo, dando lugar latencia total del crecimiento biológico (Sarmiento, 1984 y Cavelier, 1996).

- **Sabanas hiperestacionales** presentan exceso de agua durante una parte de la época lluviosa y déficit de agua durante una parte de la época seca (Sarmiento, 1990).

En este tipo de sabana los ciclos de lluvia y sequía se dividen en cuatro períodos: dos estaciones húmedas separadas por una estación seca y otra húmeda

(Sarmiento, 1990); esta alteración climática genera una variación fenológica durante la estación de lluvias, cuando la disponibilidad de agua es mayor y donde las áreas aún no están inundadas. Mientras que en el medio de la estación de lluvias los ecosistemas permanecen inundados disminuye la capacidad productiva debido al estrés por exceso de agua (Cavelier, 1996).

2.3. Distribución de las Sabanas en Bolivia

En Bolivia las sabanas se distribuyen en unidades fisiográficas (Miranda, 2005). Sin embargo, Beck *et al.* (1993) citado por Montes de Oca (1997), plantean una atractiva clasificación fitogeografía basado en condiciones climáticas, variaciones altitudinales y geomorfológicas.

Montes de Oca (2005), señala que la existencia de diferentes hábitats ha creado controversias entre varios autores; que han adaptado diversos sistemas de clasificación, pero que en su mayoría condicionan las unidades fisiográficas. Las eco-regiones de Bolivia abarcan sistemas suficientemente grandes de comunidades naturales que permiten sostener procesos biológicos y ecológicos hasta en casos de cambios ambientales.

Según Marconi, (1992) toda la región amazónica natural de Bolivia está ubicada en el Norte, cubriendo una extensión aproximada de 280.120 Km² de tal forma la cobertura vegetal está caracterizada por dos formaciones: la primera constituida por bosques, y la segunda formada por sabanas de gramíneas con bosques de galería e islas de bosque, sobre una topografía plana a ligeramente ondulada. Esta última está en el Norte y Noreste del territorio nacional comprendido entre los ríos Heath, Beni, Mamoré, San Miguel e Itonamas, desde el pie de los Andes hasta los ríos Abuná y Acre hacia el Norte.

Considerando el análisis de distribución fisiográfica, geográfica y climática se presentan las sabanas de Bolivia de la siguiente manera.

2.3.1. Sabana húmeda montañosa antropogénica de Apolo

Según Marconi (1992), esta región montañosa habría correspondido originalmente a un bosque húmedo, la actividad degradativa de varios siglos reemplazó ésta cubierta por un pastizal húmedo y sinusias leñosas dispersas. Este ambiente sabanoide está sujeto periódicamente a quemas estacionales, se encuentra en la región geográfica de Yungas.

Esta área yungueña, actualmente está casi completamente reemplazada por pastizales dominada por gramíneas duras, ciperáceas y arbustos distribuidos sobre montículos formando islotes de bosques, pantanos de ciperáceas y palmeras, (Montes de Oca, 2005).

2.3.2. Sabana semihúmeda montañosa antropogénica de Circuata

Marconi (1992), sostiene que esta unidad se encuentra en la provincia Sud Yungas de La Paz, donde el desbosque se dio con fines agrícolas, produciendo quemas para cultivos de coca. Esta zona se vio transformada de bosque húmedo a un ambiente de fisonomía sabanoide, donde predominan pastos secos, helechos medianos de porte arbustivo.

2.3.3. Sabanas de inundación estacional (Pampas de Moxos)

Según Navarro, y Maldonado, (2006), forma un mosaico con el bosque húmedo estacional, donde el fenómeno de la inundación en la época húmeda es uno de los

factores más importantes, porque se inunda mayormente por el desbordamiento de los ríos.

De acuerdo a Ibisch (2003), las pampas de Moxos, es una planicie de mosaico de alturas, semi-alturas y bajíos de suelos aluviales relativamente fértiles, neutros y hasta básicos, se observa en esta sabana inundaciones sobre todo por los desbordes de los ríos Beni y Mamoré y sus afluentes.

En esta sabana de inundación estacional, los tipos de vegetación varían según la posición topográfica y tipo de suelo, existen puntos más altos donde prosperan islas de bosques; la cobertura más importante corresponde a pastizales muy complejos en cuanto a su estructura y composición (Marconi, 1992).

2.3.4. Sabanas con palmares Xeromorfos de inundación estacional

Marconi (1992), menciona que esta eco región ha sido frecuentemente incluida dentro de la pampa con sinusias leñosas con la diferencia en la densidad de palmeras (*Copernicia alba*, *Acrocomia totai*) que se distribuye hacia el oeste del río Mamoré. Por su parte Navarro y Maldonado (2006) indican que estas sabanas se hallan extendidas especialmente hacia el este de Mamoré, donde abundan o dominan las palmeras y cuya composición florística, por lo general tiene más componentes leñosos.

2.3.5. Sabana de Iturralde - Norte de Beni

En estas sabanas aparentemente el fuego es el factor de mantenimiento; sin embargo, es un área donde no se realiza manejo de ganado y por lo tanto no hay quemadas, se producen activos procesos de sucesión hacia fases de bosques bajos y densos (Montes de Oca, 2005).

La vegetación en esta sabana se desarrolla en terrazas a manera de montículos, separados por canales (de 0.5 a 0.3 m de ancho), que se anegan estacionalmente con el agua de lluvia; la cobertura del suelo es denominada principalmente por helechos higrófilos y las especies arbóreas se conectan con pastos y junglales, las cuales se intercalan con islas de bosques, siendo muy común la palma real (*Mauritia flexuosa*) (Navarro y Maldonado, 2006).

2.3.6. Sabana antropogénica de Santa Cruz-Montero

Es un área antiguamente ocupada por bosque semihúmedo de transición y bosque chaqueño, pero la actividad industrial como de algodónero y caña de azúcar, reemplazó el bosque originario dando lugar a campos de pastoreo y matorrales (Killeen y Echulenberg, 1998).

2.3.7. Sabanas del Cerrado

Navarro y Maldonado (2006), indica que la provincia del cerrado tiene pocas extensiones de sabanas herbáceas higrófilas, las cuales se hallan restringidas principalmente a las dispersas topográficas; asimismo, Ritter (2000) explica que estas áreas son las principales zonas donde se ubican las diferentes tipos de vegetación de esta región de Bolivia, dentro de un contexto global, por el cual constituye la referencia esencial desde el punto de vista nomenclatural y florístico para la vegetación de este grupo.

Según Marconi (1992), esta región se distribuye en las formaciones del Cerrado de la meseta de Matto Grosso; donde se menciona una cubierta densa de Gramíneas y matorrales, alternando con bosques abiertos y arboledas.

2.3.8. Sabanas de inundación estacional del Pantanal

Montes de Oca, (2005) explica que estas sabanas conforman una extensa área sometida a inundación con grandes lagunas formadas por los rebalses del río Paraguay constituyendo humedales. Son las sabanas más orientales del Departamento de Santa Cruz limitan con Brasil, son caracterizadas como sabanas del pantanal y representan una extensión marginal del extenso sistema del pantanal brasileño.

2.3.9. Sabanas arboladas de Velasco

Marconi (1992), indica que estas sabanas se instalan sobre terrenos ondulados y disectados en la región de San Ignacio de Velasco, en cuanto a la cobertura muestra una transición de pasturas, arbustos y bosques.

A esta sabana, Ibisch (2003) la caracteriza como bosque seco Chiquito, por lo que, esta sabana arbolada es medianamente alta semidecidua con suculentas columnas de cactus. Forma un mosaico complejo con otras eco-regiones como el Cerrado y las sabanas inundables en esta sabana predomina la ganadería.

2.3.10. Sabana de Iturrealde y Norte del Beni

Esta eco-región de gran importancia por sus características muy particulares ya fue descrita como parte de las llanuras benianas siendo que la mayor parte de la superficie se encuentra en el Norte del departamento de La Paz (Marconi, 1992). Por su parte Ibisch (2003), la caracteriza como Cerrado Paceño incluyendo su extensión hacia el Beni que corresponde a los campos amazónicos que limitan con sabanas de montaña.

2.4. Sucesión de la condición de Sabana

La condición de sabana no es constante, las evaluaciones hechas con intervalos de tiempo muestran casi siempre resultados diferentes. Al respecto se habla de la sucesión, que es el proceso de desarrollo de la vegetación a través del tiempo; esto implica un concepto dinámico en donde la comunidad está en permanente cambio, la sucesión puede ser progresiva, regresiva o estable (Berlijn, 1997).

2.5. Aspectos metodológicos y de análisis

2.5.1. Fitosociología

La Fitosociología es una disciplina dentro de las Ciencias de la Vegetación que se inscribe en el marco de la teoría de las fitocenosis. Aunque es una corriente de desarrollo importante dentro de la Geobotánica, se encuentra sometido a numerosas críticas que desaconsejan su uso en la interpretación de los paisajes vegetales (Izco y Del Arco, 2003).

Braun-Blanquet, (1979), explica que la fitosociología estudia a las agrupaciones de plantas, sus interrelaciones y su dependencia frente al medio ambiente vivo e inanimado, con este método se intenta abarcar un complejo de varios fenómenos que afectan a la vida en comunidad de las plantas, cuyas principales interrogantes a investigar son:

- ¿Cómo están constituidos las comunidades particulares y cómo pueden clasificarse?
- ¿Cuáles son los factores ambientales que determinan la comunidad y cómo actúan sobre ellas?
- ¿Cómo se han formado las comunidades y qué será de ellas?

- ¿Cómo se distribuyen espacialmente las comunidades?

Islebe, *et al.*, (2003) introduce el concepto de fitosociología como un estudio de las relaciones y agrupaciones de las plantas en comunidades, que son de gran interés para entender la variación de la cubierta vegetal y poder aplicar estrategias de conservación a un territorio dado.

2.5.2. Método Fitosociológico

Es un método de investigación con el cual se caracterizan los conjuntos de plantas existentes en el lugar o área ya definida; además que es una herramienta de mucha utilidad para la investigación de las sabanas amazónicas (Braun-Blanquet, 1979).

Este método facilita la aplicación de la mayor diversidad de hábitats poco conocidos, y permite hacer un estudio base de las comunidades vegetales con predominación de herbáceas y donde las estimaciones de cobertura bien relacionados se aproximan a métodos netamente cuantitativos, como las líneas de intersección usadas en pastizales y comunidades herbáceas. Además, esta metodología se enfocada no sólo a reconocer comunidades e interpretarlas, sino también a incluirlas dentro de un esquema de clasificación jerárquica que según la escala pueden tener una importancia regional o más específica de la zona que se estudia (Islebe, *et al.*, 2003).

2.5.3. Fundamentos del método Fitosociológico

En primera instancia según Braun-Blanquet, (1979) existen tres ideas esenciales en las bases del método fitosociológico, las mismas son descritas de la siguiente manera:

- Las comunidades de plantas se concibieron como tipos de vegetación, reconocidos a través de su composición florística. La composición completa de especies de la comunidad expresaron mejor entre sus relaciones interespecíficas y con el ambiente que cualquier otra característica.
- Entre las especies que componen una comunidad, algunas fueron mejores indicadores de las interrelaciones que otras. Para clasificarlas prácticamente se usaron mejor estas especies, puesto que son más efectivas como indicadores; éstas son las especies de diagnóstico (especies de carácter, especies diferenciales y compañeras constantes).
- Las especies de diagnóstico se utilizaron para organizar las comunidades en una clasificación jerárquica en la cual la asociación es la unidad básica.

2.5.4. Relevamiento

El relevamiento (relevé), es una muestra de vegetación o stand que es equivalente a un área determinada. La ubicación de los relevamientos por lo general son elegidos al azar, pero también pueden ser deliberadamente seleccionada como un área representativa de un tipo particular de vegetación (Islebe *et al.*, 2003).

El mismo autor, sustenta que el requisito más importante es que el área censada debe ser homogénea por lo menos en su fisionomía. Esto significa que un ensamblaje particular de especies que se entiende como representativo de una comunidad tipo, debe existir en un tamaño determinado sin mayores variaciones dentro de él; por lo tanto, las variaciones micro-ambientales pueden ser ignoradas.

Los relevamientos requieren un área mínima, lo cual está condicionado por el tipo de comunidad o unidad fisionómica, es decir que el área de censo de un pastizal no será el mismo que de un bosque (Islebe *et al.*, 2003).

Por otro lado, Andrade (2003), menciona que el relevamiento de pastizales es la técnica más simple y efectiva para determinar la producción de pasto por hectárea en cualquier campo, es por ello que facilitan la toma de datos en los estudios de vegetación realizados en el campo.

2.5.5. Otras técnicas de muestreo

Técnica de muestreo cuadrado

Como regla general, un cuadrante de 1 m^2 o sus submúltiplos, es un instrumento de medición que permite cuantificar todo los parámetros, frecuencia, densidad, cobertura, pero los cuadros más pequeños son considerados con mayor precisión para medir la densidad y la cobertura dentro de un metro cuadrado (figura 1) (Husso,1986). El mismo autor incluye varias técnicas de muestreo que a continuación se presenta.

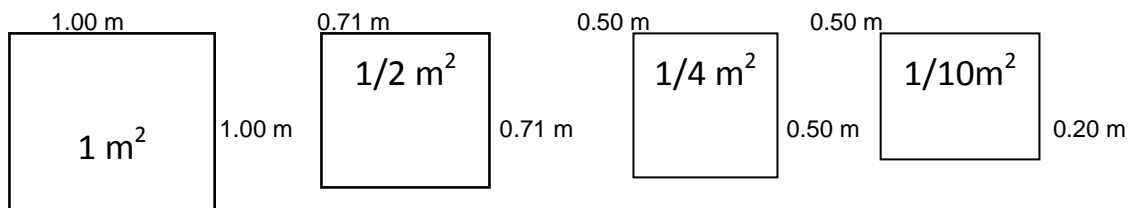


Figura 1. Unidad de muestreo de cuadrado (Husso, 1986).

Técnica de Muestreo circular

Este método tiene una ventaja en las medidas de producción, también son usados para determinar la frecuencia, densidad y cobertura.

Técnica de Transecto rectangular

Se determina una parcela rectangular de las medidas deseadas, usualmente es de un metro de ancho y 20 o más de largo.

Técnica de Transecto en línea

Es usado principalmente para determinar el porcentaje de cobertura total o basal. El método consiste en uso de una línea (una cinta métrica, un cordón o alambre) para este transecto la longitud varía de acuerdo la vegetación que se desea muestrear.

2.6. Definición de comunidad vegetal

La comunidad vegetal es la colección de especies vegetales creciendo en un mismo lugar y que muestran una asociación definitiva o afinidad unas con otras; además tienen varias características las cuales son: estructura, forma de vida, patrón espacial, composición de especies, estados de sucesión, biomasa, procesos funcionales (Morales, 1995).

Por su parte Font Quer (2001), da una definición más correcta estableciendo como grupos o conjuntos más o menos homogéneos de plantas que conviven en una misma residencia. La expresión comunidad vegetal se puede aplicar a una asociación bien definida por su combinación característica de especies, lo mismo que a un tipo de vegetación débilmente diferenciado o cuyo valor fitosociológico no se puede precisar con exactitud.

Por otro, lado los vegetales que conviven en una misma comunidad pueden estar en dependencia inmediata unos de otros, otras veces su existencia depende de las

condiciones ambientales, a cuyo establecimiento constituyen algunas especies de la misma comunidad, pero en una gran parte de los casos las relaciones entre los vegetales de una comunidad se limitan a las que se derivan de su condición de comensales de su competencia más o menos intensa por el espacio, luz y alimento (Font Quer, 2001).

2.7. Caracterización de la vegetación

La caracterización de la vegetación se refiere al estudio de la estructura y composición florística del ecosistema. Esta caracterización es útil en varios aspectos: apoyo para el diseño planes de manejo de los ecosistemas, en estudios de impacto ambiental y de ecología del paisaje (Haase, 1989).

2.7.1. Estructura de las comunidades vegetales

Se han dado varias definiciones de la palabra estructura de la vegetación, y puede decirse que la más completa según Haase (1989), es cualquier situación estable no anárquica de una población o comunidad, aunque esta población sea mínima donde pueda detectarse algún tipo de organización representable por un modelo matemático, una ley estadística de distribución, una clasificación o un parámetro característico.

Con estas características de estructura en comunidades vegetales, mencionada por el mismo autor citado anteriormente se puede distinguir la estructura vertical y la estructura horizontal.

2.7.2. Estructura horizontal

Según Hanagarth, (1993), la estructura es el arreglo de las comunidades vegetales, en una superficie determinada a lo largo de un gradiente horizontal, es también

cálculo cuantitativo o estimativo de la cobertura de las especies y/o individuos de una determinada área y está directamente relacionada con la cobertura vegetal.

En general, el primer análisis que se hace de la vegetación es una descripción de las diferentes coberturas vegetales, determinando el porcentaje ocupado por cada uno de ellos. Es importante tener en consideración si el área incluye áreas de Reserva y Parques Nacionales Naturales, las cuales son importantes no sólo por su riqueza biológica, sino también por el papel que juegan en la conservación de suelos, son la regulación del ciclo hidrológico (Causton, 1998).

2.7.3. Estructura vertical

También conocida como estratificación, hace referencia a la distribución de la vegetación desde el nivel del suelo hasta el dosel, es una descripción cuantitativa de los estratos, la cual es más marcada en un bosque (Haase, 1989). Además la descripción de los estratos permite ubicar las diferentes especies en el nicho ecológico que les corresponde, realizar un diagnóstico sobre la dinámica del ecosistema y el estado de desarrollo del mismo, (Hanagarth, 1993).

PRIME, (2001) indica que la estratificación crea condiciones ambientales disímiles entre los estratos; por ejemplo en los bosques las mayores diferencias se encuentran entre el dosel superior y el sotobosque donde la radiación solar, la temperatura y la velocidad del viento son más bajas en el estrato más inferior.

Hanagarth, (1993) expone que al mismo tiempo esta estratificación crea nichos diferentes para las distintas especies florísticas y faunísticas y además tienen una relación con el desarrollo de las mismas, ya que las etapas tempranas de unos organismos pueden depender de otros niveles del bosque en comparación con su estado más maduro.

Según Islebe *et al.*, (2003), la estructura vertical es también conocida como el arreglo de la vegetación de una comunidad a partir de las formas de crecimiento herbáceo, arbustivo o arbóreo de diferentes especies y grupos de edades de éstas, en un plano vertical, conformado de diferentes tipos de vegetación.

Se estudian las siguientes características, según el mismo autor mencionado anteriormente:

- Posición fitosociológica: Se determina la presencia de las especies en los distintos estratos que puedan existir en el ecosistema, por Ej.: especies que ocupan los estratos inferior, medio o superior.
- Regeneración natural: Presencia de plantas menores de 99 cm de DAP (Diámetro altura pecho). Generalmente se dividen en categorías de acuerdo al tamaño de las plántulas.

2.7.4. Densidad

Según Vickery (1991), menciona que en una comunidad vegetal o en una población de las especies, la densidad se define como el número de individuos por unidad de superficie que ocupan.

El mismo autor mencionado anteriormente, sustenta que en el análisis cuantitativo de las poblaciones y la dispersión medida de cada componente que es apreciada en distancia, las cuales son creados para apreciar la densidad de las especies en una escala de 10 grados que se citan a continuación: los grados 1 y 2 corresponden a especies o densidades escasas, los grados 3 y 4 a las especies esparcidas, donde las distancias son de 5 a 2 o 2 a 1 m, los grados de 5 y 7 representan a las especies abundantes, donde las distancias son de 1 m a 50 cm, o menores a ésta, y por último los grados de 8 a 10 están las especies en formación cerrada.

2.7.5. Composición Florística

Esta terminología está relacionada a la riqueza y diversidad de las especies, en el sentido ecológico estricto, estos dos términos tienen una gran diferenciación de significancia (Finegan, 1992).

La **riqueza** es el número de especies pertenecientes a un determinado grupo de individuos existentes en una determinada área. En cambio la **diversidad** de las especies considera tanto al número de especies, como también al número de individuos (abundancia de cada especie existente en un determinado lugar) (Finegan, 1992; Mostacedo y Fredericksen, 2000).

La **riqueza** de especies varía geográficamente, siendo que las áreas más cálidas tienden a mantener más especies que las áreas más frías, y las más húmedas son más ricas que las más secas; las zonas con menores variaciones estacionales suelen ser más ricas que aquellas con estaciones muy marcadas; por último, las zonas con topografía y clima variados mantienen más especies que los climas uniformes (Cornejo y Janovec, 2006).

Los mismos autores sustentan que la **riqueza** de especies, aunque es práctico y sencillo de evaluar, sigue constituyendo una medida incompleta de la **diversidad** y presenta limitaciones cuando se trata de comparar la diversidad entre lugares, áreas o países.

2.7.6. Diversidad biológica

Ibisch, (2003), indica que la diversidad es la variedad de especies existentes en una región, la cual puede medirse de muchas maneras, el número de especies de una región o "riqueza" en especies es una medida que a menudo se utiliza, pero

una medida más precisa es la "diversidad taxonómica" que tiene en cuenta la estrecha relación existente entre unas especies y otras.

Cornejo y Janovec, (2006), propone que la especie es la moneda básica de la biología y es el centro de buena parte de las investigaciones realizadas por ecólogos y conservacionistas.

El número de especies se puede contar en cualquier lugar en que se tomen muestras, esta medida, llamada riqueza de especies, constituye una posible medida de la biodiversidad del lugar y una base de comparación entre zonas (Halffter, 2005).

2.7.7. Otros aspectos de la diversidad biológica

Según Kessler, (2000), la **diversidad dentro de la especie (biodiversidad genética)** está referida a la frecuencia y variedad de los genes dentro y entre la población de las mismas especies.

En tanto, la **diversidad entre Especies (Biodiversidad de Especies)** el mismo autor refiere a la medida combinada del número de especies y el número de individuos en una especie (abundancia); es decir que una especie es definida como un grupo de organismos que son capaces de cruzarse libremente, y la biodiversidad de las especie incorpora características tales como el tamaño y la estructura, la dinámica de la población, los ciclos reproductivos, el comportamiento modelo y las diferencias taxonómicas.

En cuanto a la **Diversidad de Ecosistemas**, es la variedad dentro y entre diferentes ecosistemas, la cual es un sistema dinámico de comunidades de microorganismos, plantas y animales y en el medio ambiente físico, y que

interactúan como una unidad funcional. Las interacciones entre componentes vivos y no vivos son esenciales en proporcionar los servicios del ecosistema, por ejemplo la formación de tierra, el alimento reciclado y la purificación del agua (Kessler, 2000).

2.7.8. Dinámica ecológica

Sarmiento, (1990), menciona que los ecosistemas no son entidades estáticas, al contrario, mantienen un continuo proceso de transferencias de materia y energía, este flujo es ajustado o readaptado ante cualquier variación del ambiente que incida sobre ellos. Por lo general, la dinámica ecológica consiste en el cambio en la naturaleza de las interacciones que presentan diferentes organismos con su ambiente a través del tiempo.

2.7.8.1. Dinámica fenológica

La vegetación a lo largo del tiempo sufre cambios tanto en su composición florística como en la importancia relativa de sus especies, ya sea en términos de abundancia, cobertura, frecuencia, etc., los cambios, como emergencia de hojas, floración, fructificación o muerte de las plantas en la estación desfavorable, son los cambios fenológicos (Lewis, 2001).

Gonzales y Nensen (2007), indican que el estudio de la fenología ha sido considerado esencial para el entendimiento de la dinámica, ecología y evolución de la diversidad de las plantas.

Según McIntosh, (2002), los estudios de fenología son de suma importancia, no sólo en la comprensión de la dinámica de las comunidades vegetales, sino también

como un indicador de la respuesta de estos organismos a las condiciones climáticas y edáficas de una zona en particular.

2.7.8.2. Dinámica fenológica de las sabanas

La fenología de la vegetación varía no tan sólo estacionalmente, sino también entre las distintas unidades y los distintos estratos dentro de cada una de ellas, pero si bien los picos de producción de hojas, floración y fructificación varían entre los distintos tipos de vegetación, en general las fases reproductivas dentro el neotrópico tienden a tener un mínimo entre enero y julio, y un máximo entre septiembre y diciembre (Rippstein, 2001).

Su importancia se ha reconocido gradualmente a través del tiempo, ya que permite identificar los fenómenos de floración, fructificación, germinación y dispersión de semillas, así como el estado vegetativo y brote de yema, con la perspectiva de lograr un mejor manejo de los ecosistemas y su conservación, además como aspecto principal; el monitoreo de esta dinámica da información sobre las variaciones que ocurren en las plantas para entender las respuestas de éstas a las condiciones climáticas y la dinámica de las comunidades vegetales (Rivera Calvo *et al.*, 2008).

Puentes, (2001), plantea que las ventajas del monitoreo fenológico es útil para la conservación de las especies en peligro de extinción, porque permite conocer la época de recolección de semillas y establecer las acciones a considerar dentro el Neotrópico.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

3.1.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el este de las Pampas de Heath en el Departamento de La Paz, Municipio de Ixiamas, Provincia Abel Iturralde, (figura 2), ubicado en el distrito Biogeográfico de las Pampas de Heath, que se extiende por la mayor parte de las tierras bajas del norte de La Paz (Navarro y Maldonado, 2006).

El distrito Biogeográfico de las Pampas de Heath constituye una de las zonas más desconocidas de Bolivia desde el punto de vista biológico, siendo que los estudios fitosociológicos de la zona son aún muy escasos para poder completar confiablemente la flora del lugar y precisamente uno de los objetivos es aportar con este conocimiento.

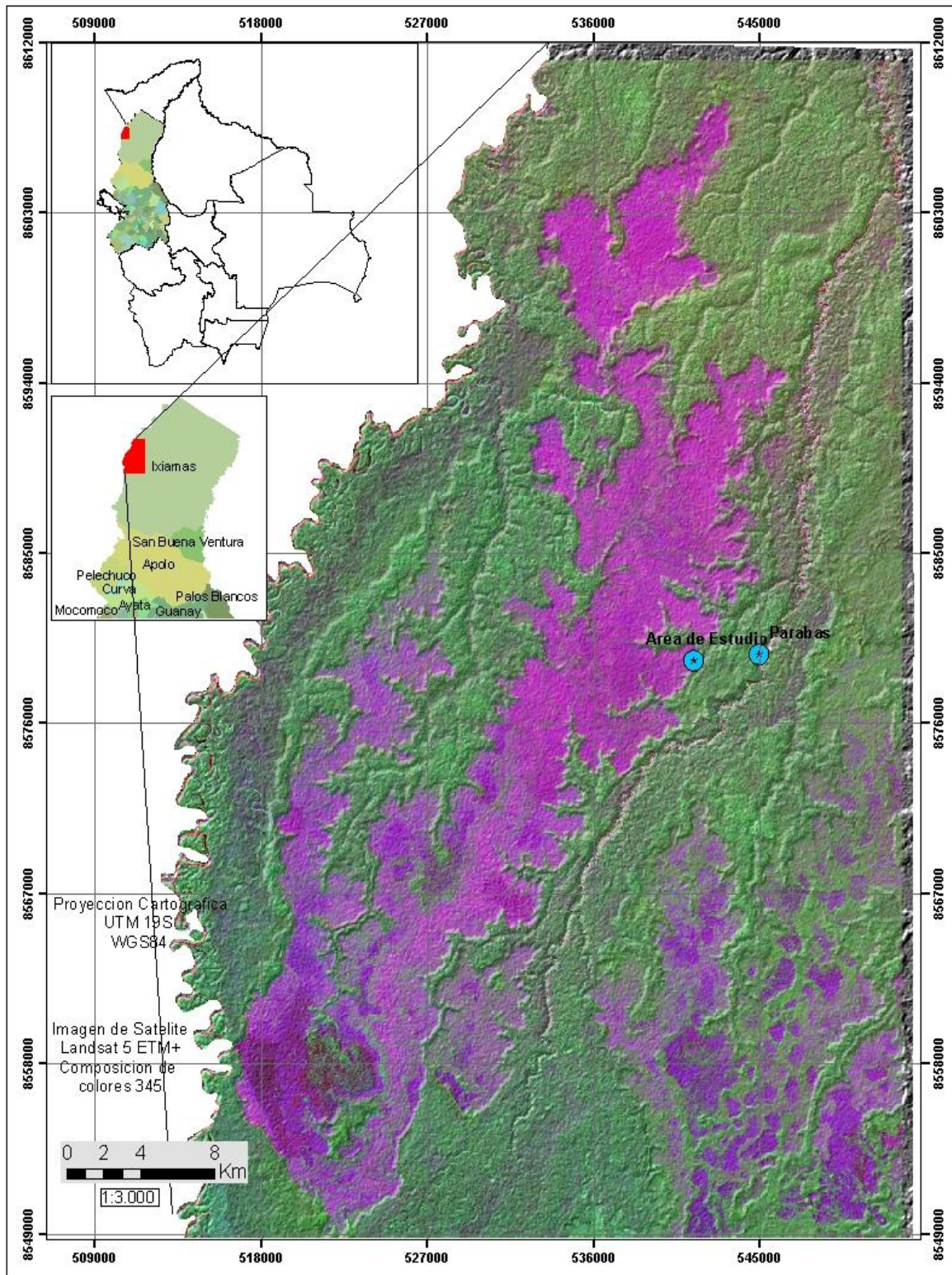


Figura 2. Ubicación del área de estudio "Campamento Parabas".

Específicamente el área de estudio se encuentra a 60 Km de la comunidad de las Mercedes, en el ex-campamento de Parabas guarda parques del extremo Norte del Parque Madidi (zona de conservación estricta), el transportarte es por vía fluvial sobre el Río Madre de Dios (figura 3) y el Río Asunta (figura 4) respectivamente.



Figura 3. Vista panorámica del Río Madre de Dios.



Figura 4. Vista previa del Río Asunta.

Las pampas de Heath se encuentran a una altitud de 128 - 269 msnm, dentro de las coordenadas de 68° 12' de longitud Oeste y 12° 50' de latitud Sur.

3.1.2. Geomorfología

Globalmente el paisaje del lugar constituye una gran llanura en suave rampa o descenso, desde unos 350 m de altura en el suroeste hasta unos 180 m en el noreste. Esta llanura se halla destacada por las cuencas del Río Madidi y el Río Asunta, ambos afluentes del Río Beni, así como por las cuencas altas de los Ríos Manuripi y Manurimi que son afluentes del Río Madre de Dios (Navarro y Maldonado, 2006).

Los interfluvios de estos ríos están ocupados por pampas arboladas con abundantes termiteros, quedando el bosque limitado a franjas de mayor o menor anchura que siguen el curso de los ríos y arroyos (Navarro y Maldonado, 2004). A su vez Ibisch (2003), indica que las sabanas de Heath, por su extensión corresponde a los “campos de amazonias” de tierras bajas húmedas inundables estacionalmente y a unas pocas sabanas de montaña.

3.1.3. Características climáticas de la zona

Bioclimáticamente, el Distrito Biogeográfico de las Pampas de Heath se caracteriza por presentar la transición desde un bioclima pluviestacional subhúmedo en el norte del distrito a un clima pluvial húmedo en el sur del mismo (Navarro y Maldonado, 2006).

La diferencia entre la temperatura media y mínima promedio de todos los meses es significativamente grande y notable; donde el clima es húmedo de 1 a 3 meses de lluvias esporádica y precipitaciones entre 1.800 y 2.200 mm al año

aproximadamente, con una temperatura promedio anual entre 25° C y 27° C, vale decir que las influencias de los frentes fríos del sur no son considerables (Montes de Oca, 1997).

Asimismo la precipitación no es notoria en los meses secos propiamente dichos, tienen lluvias escasas, siendo los meses de junio, julio y agosto en los que se muestra precipitaciones con promedios menores a 72 mm (figura 5) (Navarro, 2004).

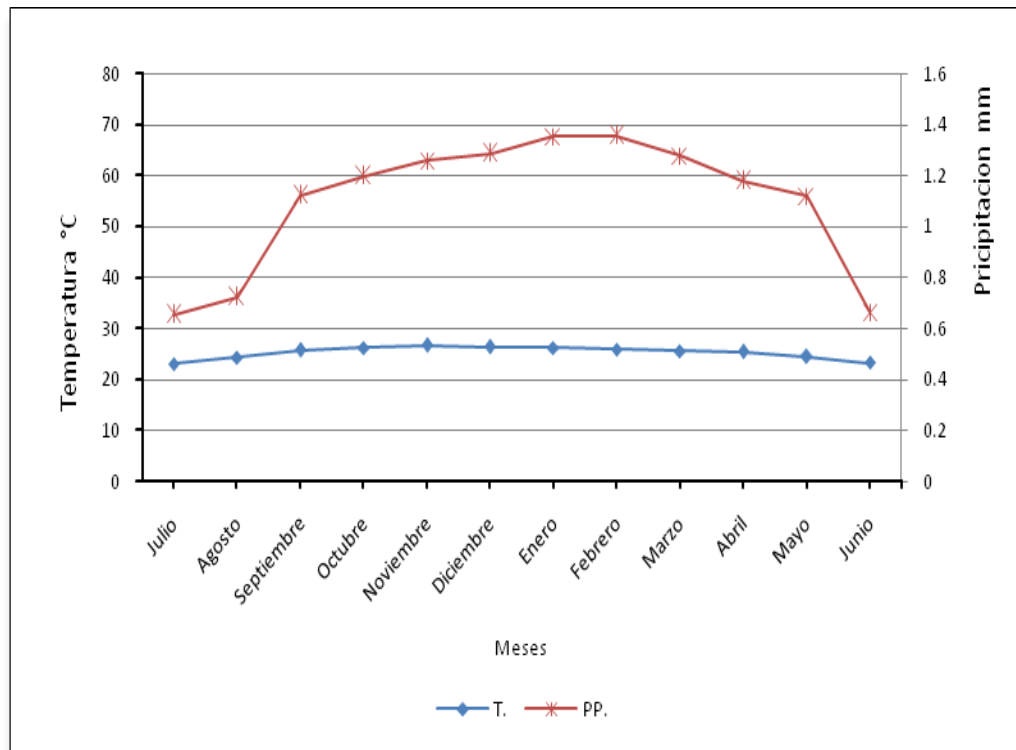


Figura 5. Climatograma de la Estación de Puerto Maldonado fuente de datos: Navarro, 2004.

3.1.4. Vegetación

Las sabanas de Heath se encuentran en las llanuras de inundación, donde forman complejos de vegetación junto con bosques bajos bien drenados; sin embargo, las pampas se encuentran en estado prístino y representan una prioridad de estudio,

considerando además la escasa prospección botánica en este sector. Los estudios en las sabanas de la región son escasos, apenas se cuentan con referencias generales y listas parciales, pero las comunidades vegetales se diferencian a la presencia y ausencia de inundación.

Navarro y Maldonado (2006), indican que la vegetación corresponde a una sabana amazónica, en su mayor parte está recubierto por Gramíneas y además por Ciperáceas, Anacardiaceas más o menos denso, dominada totalmente por la Palma Real (*Mauritia flexuosa*) en el estrato arbóreo y por los arbustos. Siendo una de las zonas más desconocidas y menos estudiadas de Bolivia desde el punto de vista botánico. También, en cuanto a la vegetación Ibisch (2003), menciona que es una sabana oligotrofa determinado por Gramíneas duras, Ciperáceas y arbustos, localmente con montículos (sartenejal); islotes de bosques, palmas de Ciperaceas y palmeras.

3.1.5. Suelo

En forma general, los suelos son constantes en apariencia, debido a que presenta una topografía relativamente plana y típicamente se constituye de una capa superficial de una coloración café oscura, con predominancia de texturas finas franco arcilloso compacto húmedo y con estrechas variaciones de inundación (Gonzales, 2007).

El mismo autor sustenta que por lo general, el contenido de materia orgánica disminuye en los suelos respectivamente en cuanto a una menor escala de altitudes que se presenta en las pampas de Heath en su capa superficial del suelo.

3.2. Materiales

3.2.1. De campo

- Carta topográfica
- Prensa
- Marcadores
- Machete
- Estacas
- Bolsas de Nylon
- Pala jardinera
- Bolsas de Chontilla
- Cámara digital
- Fichas Botánicas.
- Planillas de Campo
- Libreta de notas
- Cinta métrica
- Cinta adhesiva
- Cuerda plástica
- Tijera podadora
- GPS (Global Positioning System)
- Periódicos
- Cartones

3.2.2. De Gabinete

- Computadora
- Material de escritorio
- Lupas
- Estereoscopio
- Claves Botánicas
- Base de datos (LPB).
- Herbario de referencia (Herbario Nacional de Bolivia)

3.3. Métodos

El método fitosociológico es una herramienta de mucha utilidad con la cual se registra la vegetación con el fin de obtener la mayor información de su composición florística. Para la aplicación de esta metodología se instalaron parcelas o relevamientos de un área determinada, donde se anota en todas las

especies presentes junto a la estimación de sus valores de cobertura bajo un índice fitosociológico, seguidos por observaciones fenológicas y de vitalidad.

3.3.1. Reconocimiento del área

Con el objeto de lograr las metas trazadas, fue necesario realizar en principio un reconocimiento general del área de estudio a través de información básica obtenida de las imágenes satelitales LANDSAT de las Pampas de Heath, situadas en el extremo norte de la Provincia de Abel Iturralde del norte del departamento de La Paz. En la imagen se seleccionó el área de estudio para luego realizar la planificación de la logística de viaje y de trabajo botánico.

Para llegar a la zona de estudio se realizó el siguiente viaje: La Paz - Cobija (vía aérea, 1 hora), Cobija - Puerto Chivé, sobre el Río Madre de Dios (vía terrestre, 6 horas), Puerto Chivé - Comunidad Takana Las Mercedes (Río Madre de Dios y Río Asunta) para luego seguir ascendiendo sobre el Río Asunta hasta llegar a la zona destinada como campamento base de esta expedición a la parte media este de las Pampas de Heath (cuatro días vía fluvial).

Una vez en la zona de instalación de campamento se armaron las carpas y se realizó un reconocimiento de la zona *in situ* para ubicar el área específica de trabajo. Lo primero que llamó fuertemente la atención fue la baja intervención humana, seguramente debido a la difícil accesibilidad a la zona.

3.3.2. Diseño y definición del rango de tamaño de las muestras

La instalación de los relevamientos en base al método fitosociológico, se eligieron lugares representativos donde se trazaron al azar tres transectos, cada uno de 200 m de longitud. El trazado de los transectos obedece a una metodología más integrada de estudio de la vegetación en general diseñado por ACA – Bolivia, para

georeferenciar el área de estudio, que posteriormente a lo largo del tiempo estas áreas puedan ser nuevamente monitoreadas.

Desde el punto de vista, práctico, para la marcación del área de estudio, se plantó una estaca principal marcada en la parte superior (figura 6) a la que se llamó punto "00", partiendo de éste y con la ayuda de una brújula se siguió hacia el Norte hasta cubrir los 200 m. de largo, en el cual se colocó otra estaca (primer transecto). Los siguientes transectos fueron trazados de la misma forma, todas hacia el Norte y marcadas con estacas de principio al final cuyos puntos fueron georeferenciados con el GPS para demarcar el área central de trabajo.

Las unidades de muestreo o relevamientos tuvieron un área de 100 m² como máximo (figura 7), y con fines de realizar una aproximación real de los valores de cobertura de las especies presentes; y el relevamiento se subdividió en cuatro subparcelas (figura 8). Se procuraron varias repeticiones tratando de cubrir la mayor variedad de unidades fisionómicas, de esta forma al final se observó 16 parcelas o relevamientos en los alrededores de los 200 m del transecto.

Se realizaron 50 relevamientos en los tres transectos de 200 m lineales, cada relevamiento cubrió un área homogénea fisionómicamente distinguible. No se requirió el uso de la determinación del área mínima de muestreos, debido a que estudios anteriores en la zona ya determinaron el área óptima de relevamiento.



Figura 6. Área de estudio y de inicio de muestreo.

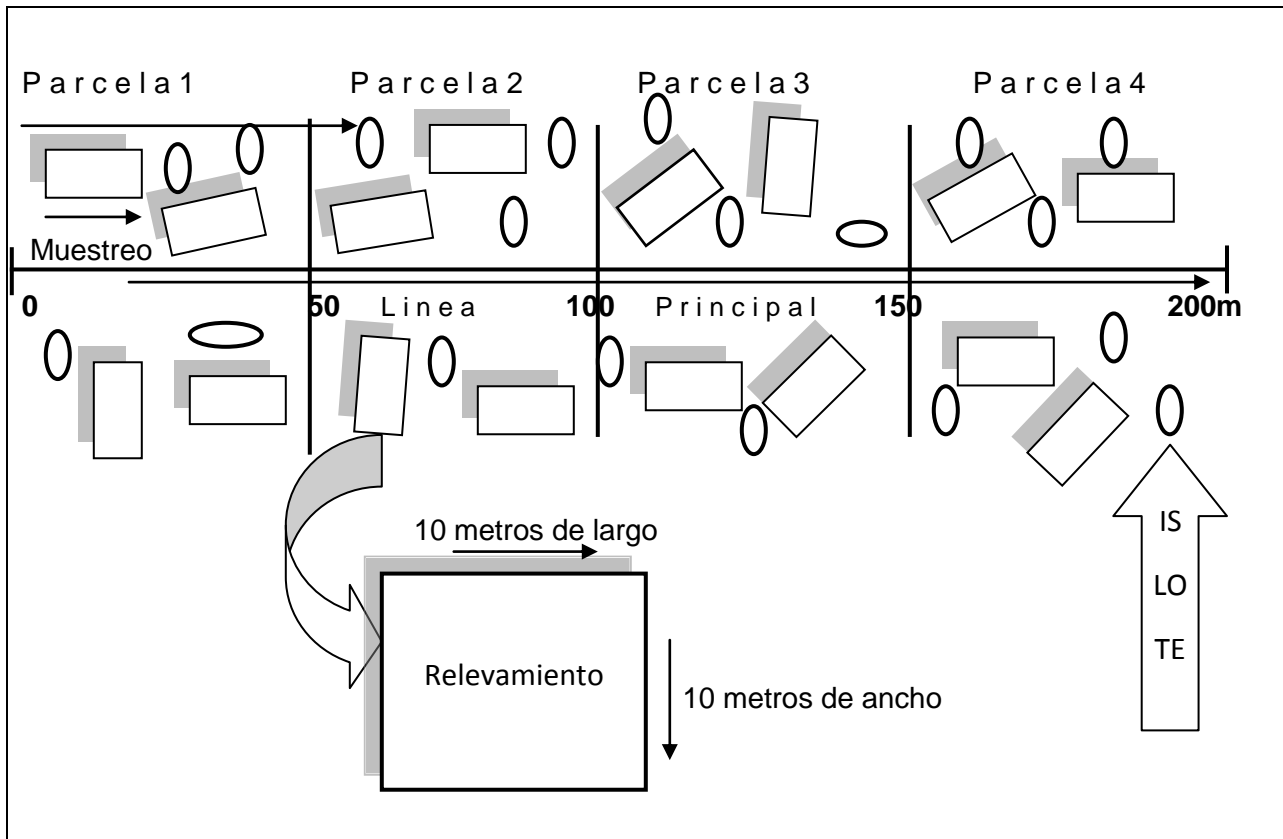


Figura 7. Ubicación de las parcelas a lo largo de un transecto imaginario



Figura 8. Ejemplo de la instalación de los relevamientos de 100 m² de área.

3.3.3. Toma de Datos en el área de estudio

La toma de datos por cada relevamiento fue principalmente registrar todas las especies presentes en el área delimitada por relevamiento y las observaciones de cada especie, para lo cual se utilizaron formularios o planillas de campo (Anexo1) con los siguientes datos:

- Relevamiento: Se registró el número de parcela o relevamiento con su respectiva fecha y ejecutores.
- Especies y número de colección para las especies anotadas: En los primeros relevamientos se seleccionaron y se anotaron los números de colección por especies coleccionadas, luego se herborizaron y se identificaron manteniendo su número de colecta. En caso de no conocer el

nombre científico de las especies coleccionadas y se anotaron un nombre de campo o un nombre vernacular del lugar.

- **Altura promedio de las plantas por especie:** Se midieron y se registraron la altura total (desde la base del suelo hasta el ápice de la planta) de los arbustivos y hierbas con una varilla graduada de 2.5 m de largo, donde se tomaron el estrato medio, bajo y alto, para luego sacar un promedio de la altura estas especies en la parcela muestreada.
- **Fenología:** Se registraron el estado fenológico de la planta como: floración, frutos con semilla y estéril por especies censada.
- **Descripción morfológica:** Se registraron las características de las especies encontrada en el relevamiento por especie.
- **Vitalidad:** Se registraron el desarrollo de cada especie encontrada en el área de muestreo.
- **Cobertura general según formas de vida:** se registraron la estimación de la cobertura total de los arbustos y hierbas en el campo por la superficie cubierta. Se proyectó sobre el suelo un cuadro reticulado en el espacio de la cubierta verdadera (superficie ocupada por la planta) y ésta se llevó a un porcentaje en la tabla fitosociológico.
- **Cobertura por especies:** Se registraron la estimación de la cobertura de cada espécimen encontrada y observada sobre el suelo en el área de estudio.

- Observaciones: Se registra cualquier información adicional de interés para el estudio.

Las colecciones de especímenes fueron realizadas con la ayuda de una tijera podadora, bolsas de chontilla y una pala jardinera, estaca, cinta métrica, etc. Se coleccionaron tres a cuatro ejemplares por planta, las cuales fueron almacenadas momentáneamente en una bolsa de nylon transparente con su respectiva ficha de colecta. Posteriormente las muestras fueron herborizadas.

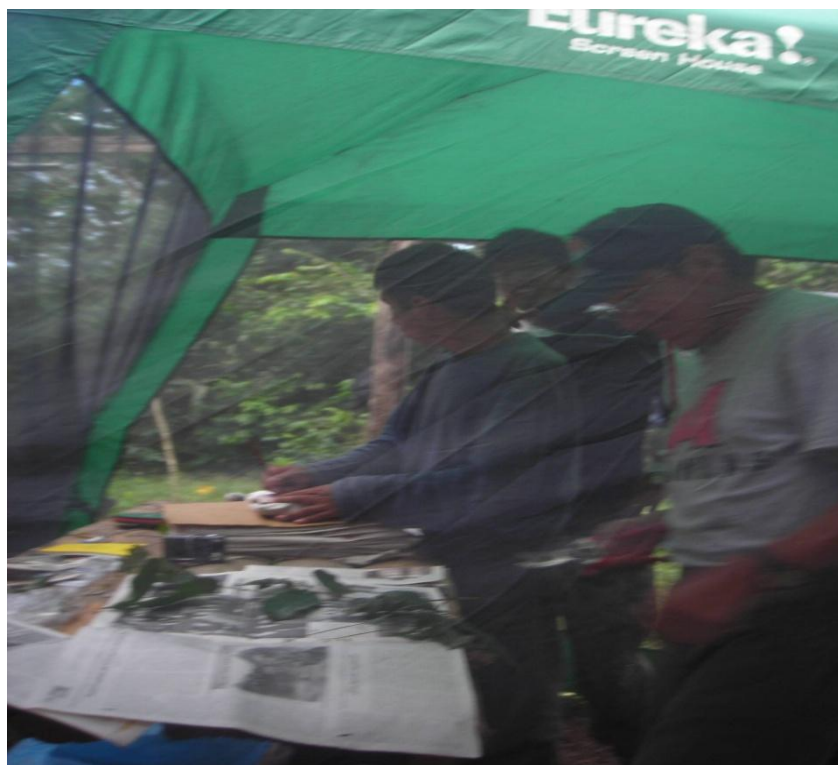


Figura 9. Vista previa del laboratorio botánico establecido en el campamento de Parabas (área de estudio).

El primer paso de la herborización es el prensado de las plantas colectadas, las cuales se las extendieron en el papel periódico por ser un buen absorbente de humedad, y cartones; los cuales fueron sujetos con correas y prensas de madera (Figura 9).

Todo el material colectado y prensado fue alcoholizado en el campo con agua y alcohol en una relación de 1:1, para su mantenimiento hasta su secado en el herbario, las plantas ya prensadas fueron almacenadas en bolsas de nylon negro y cerradas casi al vacío.

3.3.4. Identificación de las muestras colectadas

Para la identificación de las especies, primero, todo el material colectado en el campo se procesó en las secadoras del Herbario Nacional de Bolivia (LPB), una vez secadas, éstas fueron ordenadas por su número de colecta para luego ser guardadas en fólder de papel madera según el protocolo del LBP; seguidamente el material botánico coleccionado se agrupó en morfoespecies (Anexo 2) para su identificación, a través de claves botánicas, y con la ayuda de especialistas, también se utilizó las muestras de especímenes del Herbario Nacional de Bolivia para comparar las colectas, y además se observaron estructuras más finas utilizando el estereoscopio.

Con toda esta información y en base a la identificación de los ejemplares colectados, se elaboró una base de datos y lista de especies de arbustos y hierbas presentes en los tres transectos establecido en el área de estudio.

3.4. Análisis y desarrollo de las variables consideradas

3.4.1. Análisis de la diversidad de las especies

La diversidad es un indicador que se utiliza para conocer la variedad y abundancia que está expresado como la densidad (números de individuos de una población, por unidad de superficie), de las especies existentes en una determinada comunidad (Magurran, 2004).

Esta diversidad es la más ampliamente utilizada, en ésta se diferencian dos componentes, uno es la riqueza o número de especies y la otra es la equidad o distribución de los individuos entre las especies (Mijares, 2002).

3.4.2. Evaluación de diversidad de especies en el relevamiento

Para el análisis de la diversidad de las especies en la parte Este de las Pampas de Heath se utilizaron diferentes índices (la diversidad de Simpson y el índice de diversidad de Shannon y Wiener).

Este análisis permite determinar la estrecha relación existente entre las especies registradas en un área o superficie grandes. Kempton (2002) menciona que si bien es difícil de determinar un censo con exactitud en las sabanas, entonces se ha llegado a dar una interpretación teórica a los índices como medidas de diversidad, se necesitan estudios empíricos del desempeño de sus estimadores muestrales.

El índice propuesto por Simpson (1949) es una medida matemática simple que caracteriza la diversidad en una comunidad, que considera la proporción de una especie en relación al total de especies.

Índice de Simpson:

$$D = (1 - P_i)/S$$

Donde:

P_i = Abundancia proporcional de la misma especie

S = Número de especies registradas en la muestra

En este índice los valores varían de 0-1. (Kempton, 2002), asumiendo que mientras mayor sea su valor, mayor será la diversidad de la comunidad.

El índice de diversidad de Shannon y Wiener (1948), mide la heterogeneidad combinando el número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de los individuos de las diversas especies (Linares - Palomino, 2004). Este índice de diversidad es más común, por lo que pretende integrar toda la información de frecuencias relativas de especies en un solo número, es decir que se representa normalmente como H' y se expresa como un número positivo (Gilbert, 2002).

La fórmula del índice de Shannon y Wiener es la siguiente:

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

Donde:

- S – número de especies (la riqueza de especies)
- p_i – proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$
- n_i – número de individuos de la especie i
- N – número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia), las cuales son estimados por el EstimateS 6.0 b (Cowell, 2000).

Por otro lado, los rangos del índice de Shannon, Magurran (2004), menciona que los valores de Shannon obtenidos de datos empíricos usualmente caen entre 1.5 y 3.5 y raramente sobre pasa a 4 hasta llegar a un máximo de 5, y esto sólo cuando hay números elevados de especies en el muestreo, entonces se produce valores elevados del índice de diversidad.

3.4.3. Análisis de riqueza de especies en el muestreo

Una de las medidas más comunes y fácil de determinar es la riqueza de especies en una comunidad (Gilbert, 2002). Porque la riqueza de una comunidad, contiene suficiente información sobre la diversidad de las comunidades, para lo cual se utilizaron esencialmente medidas del número de especies considerando todas las plantas registradas dentro con índices de densidad de especies, curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos de la riqueza real de especies (Magurran, 2004).

Por su parte Gotelli y Colwell (2001), en una comunidad se cuantifica la riqueza observada en la muestra (r), como el número total de especies presentes en ella, se obtiene siempre un límite inferior para la riqueza de la comunidad.

Una propuesta para corregir el sesgo de esta estimación se basa en el concepto de “cobertura muestral” que corresponde a la proporción que representa la abundancia total de las especies presentes en una muestra con relación a la abundancia total de la comunidad (Colwell, 2004), pero también indica que se han propuesto varios estimadores de la riqueza para evaluar los especímenes, muchos de ellos derivados de los métodos de estimación de población total.

En el presente trabajo de investigación, para calcular el número de especies esperadas en la comunidad, se utilizaron estimadores no paramétricos de Chao 1 (Chao, 2003).

$$\text{Chao 1} = S + a^2 / 2b$$

Donde:

a= Número de especies que están representados por un único individuo en esa muestra.

b = Número de especies representada por dos individuos dentro de la muestra.

Además de ACE (Abundance-based Coverage Estimator), e ICE (Incidence-base Coveraget Estimator) son modificadores de otros estimadores basados en datos de abundancia que superestiman la riqueza de especies cuando el número de muestras es bajo (Colwel y Coddington, 1994), por lo que están basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo que se refiere a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas (Colwell, 2004).

El estimador ACE utiliza para las estimativas diez o menos individuos por muestra, e ICE utiliza especies encontradas en diez o menos muestras y además está basado en presencia/ausencia de la especie (Coddington, 2000).

Se utilizó el programa estadístico EstimateS 6.0 b (Cowell, 2000), que adopta un algoritmo (pasos que sirven para ejecutar o resolver los datos obtenidos de campo con las fórmulas de Simpson, Shannon, Chao 1 y ACE) para estimar el promedio de la tasa a la cual las especies han sido colectadas en las sabanas de las Pampas de Heath, y con esta tasa finalmente se construyó la curva de acumulación de especies; además de los modelos gráficos derivados de Chao1, ICE, ACE, generados por el programa, se interpretó el comportamiento de las curvas de especies observadas ya sean de únicos, de duplicados y el cálculo de los estimativos no paramétricos para deducir que tan representativa es la riqueza de las especies bajo las condiciones del muestreo adoptado.

3.4.4. Análisis de las comunidades

El análisis de las comunidades vegetales permitió obtener información sobre la forma de convivencia, al mismo tiempo nos permite sacar algunas conclusiones de la sociabilidad de las especies. Para la ejecución del presente estudio de las comunidades vegetales, se procedió a formar una tabla matriz como patrón en su totalidad de especímenes presentes en cada relevamiento con su respectiva cobertura en porcentaje de cada especie encontrada en este muestreo.

En cuanto a la cobertura vegetal, el parámetro final, es la especie para el cálculo de grupos y comparar el peso ecológico de cada especie dentro de la sabana, además de obtener el valor representativo dentro de la comunidad vegetal.

Para encontrar las afinidades entre los relevamientos realizados en campo se utilizó el programa PC-ORD (análisis de multivariados de datos ecológicos) (McCune, 1999), tomando como referencia los datos de cobertura (Anexo 3) para la similitud cuantitativa.

Índice de similitud de Sorensen (1948), como es común a las expresiones de similitud para datos cuantitativos de presencia y/o ausencia, este índice varía entre 0, entidades sin ningún atributo en común y 1, entidades idénticas o similitud completa. Se define por la expresión:

$$S = (2 c / (a + b)) * 100$$

Dónde:

a = Número de especies de una de las muestras.

b = número de especies de la otra muestra.

c = Número de especies comunes a ambas muestras.

Finalmente, estos análisis de Cluster con sus 41 variables (especies) consideradas en el dendrograma, se observa la separación de grupos para luego ser descritas según sus especies características.

3.4.5. Análisis de la estructura horizontal y vertical

Los parámetros y el valor de la cobertura de los arbustos y hierbas se estimó en campo, el porcentaje de la superficie cubierta por los individuos y por especie, para facilitar este cálculo se realizó una proyección imaginaria de un cuadro reticulado sobre el área de trabajo y primero se estimó la cobertura vegetal en general.

Es importante indicar que el significado de la estructura horizontal ya fue reconocido por H. v. Post (1867), pero no se definió claramente como cobertura en términos de porcentaje de superficie sino hasta 1914 por Lagerberg, citado por Braun-Blanquet, J. (1979), donde se empleó este concepto para la determinación del grado de cobertura de las especies vegetales, se representaba en porcentaje utilizando cuadrados imaginarios distribuidas en la superficie estudiada.

El mismo autor mencionado anteriormente, indica que en la fitosociología se ha creado un sistema de medición que incluye el porcentaje de ocupación o cobertura de una especie y su abundancia de un área determinada denominados índices fitosociológicos (cuadro 1).

El área del suelo que cubre un tipo de vegetación o especie expresada en porcentaje, se consideró una superficie de 100 m² por relevamiento, así se obtuvo valores porcentuales de cada especie dentro de la comunidad.

Cuadro 1. Índices establecidos por Lagerberg para el grado de cobertura

Estima combinada según escala	Cobertura de especies en (%)	Porcentaje promedio de cantidad
5	75 a 100	87.5
4	50 a 75	62.5
3	25 a 50	37.5
2	10 a 25	17.5
1	1 a 10	5.0
+	Hasta 1	0.1

Fuente: Braun- Blanquet, (1979).

Las variables de abundancia, dominancia y frecuencia se analizaron como una **distribución horizontal** de una comunidad vegetal. Sin embargo, para describir esta distribución, fue necesario agregar la **distribución vertical**.

● **Estratificación:**

La estratificación de las comunidades vegetales nos llevó a considerar las formas vitales, ya que en cada estrato de vegetación le corresponden distintas clases; además los estratos estuvieron claramente diferenciados en una comunidad. Para ello basto con diferenciar tres estratos principales: herbáceo, arbustivo y arbóreo. En el trabajo de campo se mide en función a estos tres estratos desde la base del suelo hasta el ápice de la planta.

Por el método fitosociológico se considera en la denominación de estratos a tres categorías de posiciones en una comunidad vegetal: especies que ocupan el estrato inferior, especies que ocupan el estrato medio y especies que ocupan el estrato superior.

3.4.6. Evaluación de la dinámica fenológica.

• Grado de vitalidad.

En el trabajo de campo las variables fenológicas se midieron observando cada detalle presente en los especímenes encontrados bajo valores o cifras, ya determinadas en la fitosociología por Braun-Blanquet, (1979), donde indica la vitalidad de una especie expresada por los siguientes valores:

- Plantas bien desarrolladas, cumplen regularmente su ciclo vital completo (0.1).
- Plantas con desarrollo débil, pero se multiplican (sociabilidad disminuida, presencia escasa, enanismo, etc.) o tienen buen desarrollo, pero sin cumplir regularmente su ciclo vital (0.2).
- Plantas que se desarrollan insignificadamente y se multiplican, pero no presentan su ciclo vital completo (0.3).
- Plantas que germinan esporádicamente pero que no se multiplican (0.4).

Para evaluar este grado de vitalidad, se tomó cuenta el procedimiento de análisis como: fructificación y formación de las semillas en cada espécimen.

• Estado de desarrollo de las especies.

Para registrar el estado de desarrollo de las especies de la forma más sencilla, se utilizaron las siguientes abreviaciones:

fl. = flores (inflorescencia)

fr. = frutos (infrutescencia)

st. = estéril gm. = solo con yemas

pl.= plántula m. = muerto

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados

Con los resultados obtenidos a nivel de campo y con el procesamiento de estos datos, se analizaron las condiciones naturales de las especies de una zona en el Este de las Sabanas de Heath. Con este análisis se ha logrado determinar: a) la composición florística y diversidad, b) las comunidades vegetales sobre estratos inundados, c) arquitectura de la sabana (estructura vertical y horizontal de la vegetación existente en el área de estudio) y d) algunos aspectos ecológicos de esta sabana anegada.

4.1.1. Composición florística y diversidad.

La diversidad (1) y distribución de plantas fue analizada utilizando una base de datos generados en este trabajo; teniéndose 721 registros que representan a 24 familias ubicadas en 35 géneros y 41 especies, todas ellas nativas, que constituyen plantas arbustivas, gramínoideas y herbáceas en este estudio (figura 2).

En este estudio las familias con mayor cantidad de especies están: *Poaceae* (7 géneros, 9 especies), *Cyperaceae* (3 géneros, 5 especies) y *Melastomataceae* (4 géneros, 4 especies), representando un 43,90% del total de especies registradas (cuadro 2).

(1) La composición florística se especifica en dos variables una es la riqueza y la diversidad, la cual alberga la abundancia (número de individuos) y número de especies.

Cuadro 2. Familias botánicas más representativas en las sabanas del Este, Pampas del Heath (Provincia Abel Iturralde).

FAMILIAS	ESPECIES	HABITO
<i>Poaceae</i>	<i>Andropogon virgatus</i>	Graminoide
	<i>Aristida torta</i>	Graminoide
	<i>Echinolaena gracilis</i>	Graminoide
	<i>Eragrostis polytricha</i>	Graminoide
	<i>Panicum aff. conjugatum</i>	Graminoide
	<i>Paspalum decumbens</i>	Graminoide
	<i>Paspalum reticulinerve</i>	Graminoide
	<i>Sacciolepis angustissima</i>	Graminoide
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus manimae</i>	Graminoide
	<i>Cyperus surinamensis</i>	Graminoide
	<i>Eleocharis minima</i>	Graminoide
	<i>Rhynchospora brownii</i>	Graminoide
	<i>Rhynchospora trispicata</i>	Graminoide
<i>Melastomataceae</i>	<i>Desmocelis sp.</i>	Arboreo
	<i>Graffenrieda weddellii</i>	Arbustiva
	<i>Macairea theresiae</i>	Arboreo
	<i>Miconia rádula</i>	Hierba

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Análisis de la fitodiversidad

La diversidad de las plantas en los pastizales de las Pampas de Heath se midió a través de los indicadores más recomendados para un estudio florístico; como es el indicador de Chao 1, ICE, Shannon y Simpson; los cuales evalúan la diversidad botánica, tomando en cuenta la estrecha relación entre las especies que conforman cada unidad de muestreo.

Se analizó la diversidad de las especies en base a los 50 relevamientos o muestras, con el programa de EstimateS 6.0 (Anexo 4) que simuló 100 combinaciones; donde se ve que la mayor cantidad de especies censadas tiene una distribución homogénea; ello indica que el área muestreada obedece a un gradiente ambiental estrecho, en este caso sería la humedad; es decir, que los muestreos van desde pastizales húmedos a muy húmedos, sin presentar grandes diferencias ambientales.

4.1.2.1. Riqueza

Los análisis paralelos en base a los indicadores de Chao 1 e ICE (Anexo 4) muestran la **riqueza** de las especies en esta sabana; se da a través de una curva de acumulación de especies (Sobs Mean) hasta llegar a las 41 especies registradas en el campo. En detalle estos indicadores trabajan con el cálculo del incremento de especies nuevas por relevamiento, donde el incremento de especies nuevas no es constante, pudiendo o no incrementarse especies nuevas hasta llegar a contabilizar todos los relevamientos realizados, en este caso son 50 relevamientos. Estos estimadores realizan cálculos de especies encontradas en cada relevamiento, tomando en cuenta los datos de cobertura obtenida a nivel de campo con un grado de confiabilidad de 95 por ciento de desviación estándar.

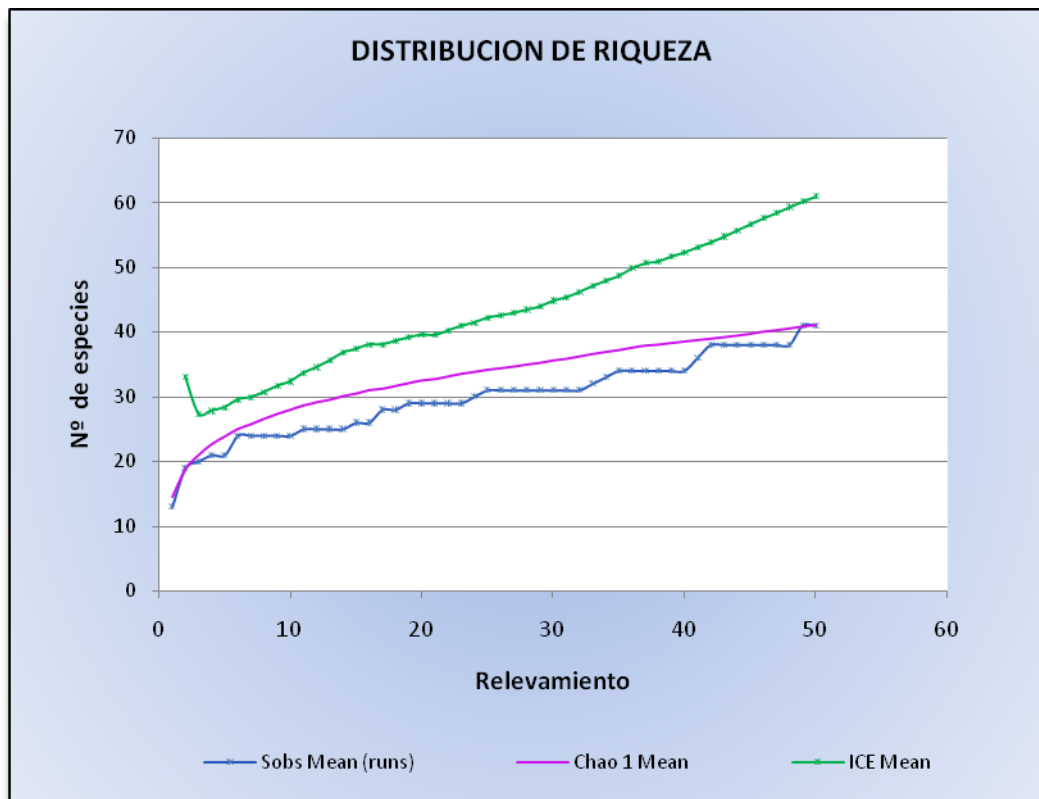


Figura 10. Presencia de especies por relevamiento, determinados por los indicadores de Chao 1 e ICE basado en la cobertura de especies.

El indicador de Chao 1 parte de la estimación de 14 especies registradas, en el primer relevamiento y de ahí marca los incrementos en especies nuevas hasta completar todos los relevamientos, convalidando a las 41 especies registradas en campo (figura 10).

El indicador ICE muestra mayor incremento de especies por relevamiento que el de Chao 1, pero mostrando sólo una diferencia, este estimador muestra el relevamiento con el mayor número posible de especies, por lo que este indicador de diversidad no toma en cuenta ni ausencia ni presencia; por lo tanto, en el primer relevamiento muestra el total de especies censadas como en una muestra, en el segundo relevamiento existe una disminución de especies hasta el relevamiento 11, desde el relevamiento 12 existe un incremento de especies

relativamente leve, hasta llegar a 61 especies, registradas en el último relevamiento. Esto se debe a que se basa en la frecuencia o incidencia; además muestra que la familia *Poaceae* es la más diversa (*Sacciolepis angustissima*, *Andropogon virgatus*), seguida de *Cyperaceae* (*Rhynchospora brownii*) y por último *Xiridaceae* (*Xyris lacerata*). En general los indicadores de riqueza, muestra la cantidad de especies muestreadas en el área estudiada. Por lo tanto, viendo estos indicadores con respecto a especies muestreadas de acumulación (Mao Tao), la más indicada es el Chao 1, por lo que se basa en la abundancia de especies por superficie cubierta.

4.1.2.2. Diversidad

De acuerdo al índice de diversidad de Simpson de las 41 especies registradas, 12 son las más comunes o representativas o de mayor distribución en el área muestreada (figura 11).

Por otro lado, el índice de Shannon muestra el grado de heterogeneidad o desigualdad de la distribución de las especies y en base a los 50 relevamientos o de los 721 datos registrados, muestra a esta sabana con un valor de diversidad de 2.76 (figura 12). De acuerdo a estos índices, se explica que la diversidad de especies se ha mantenido a medida que se ha aumentado el tamaño muestral.

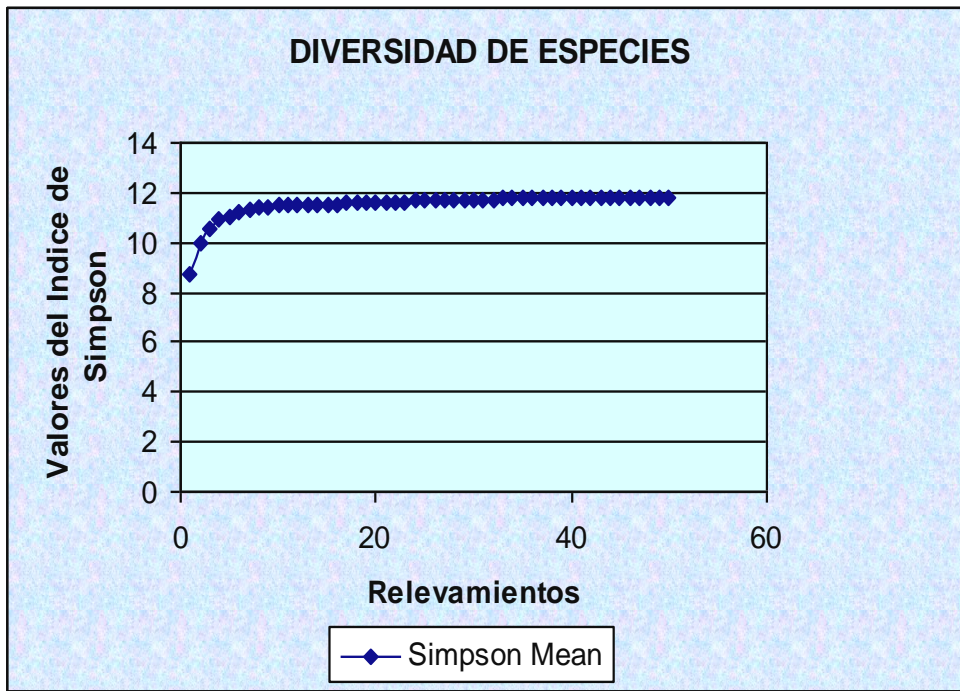


Figura 11. Diversidad de especies que marcan todos lo relevamientos en los pastizales de las Pampas de Heath.

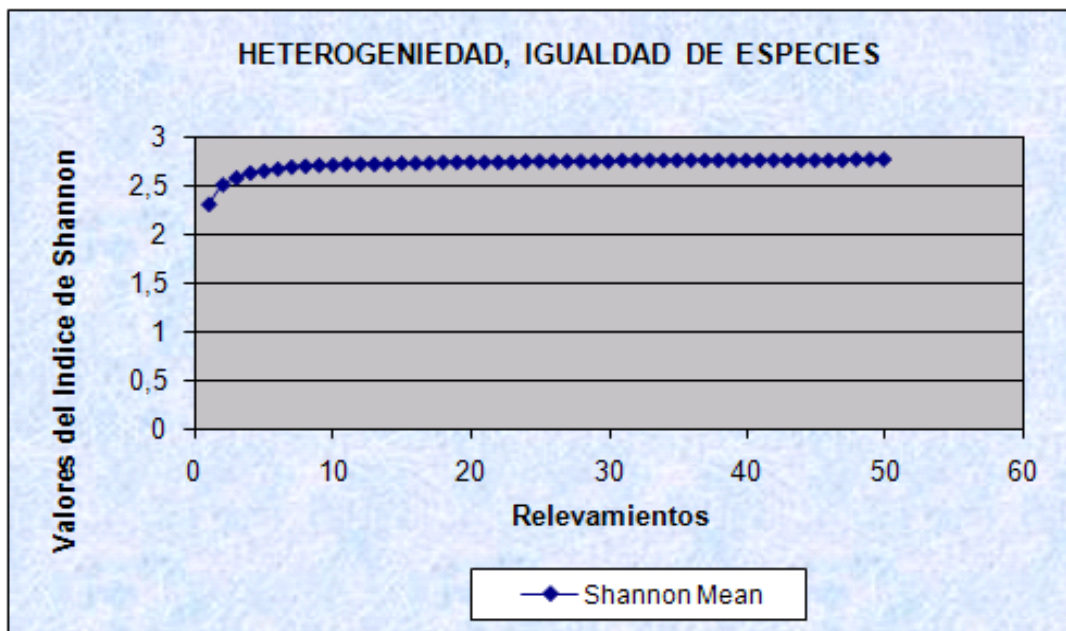


Figura 12. Distribución de especies existentes en una cantidad moderada en las Sabanas de Heath

En consecuencia, estos índices nos muestran que se trataría de una sabana rica en especies, pero con una elevada variabilidad de cobertura entre las especies.

4.1.3. Descripción y análisis de las comunidades

Para facilitar el análisis fitosociológico, en base a los datos de las especies registradas en cada relevamiento, la cobertura vegetal fue analizada por el programa PC-ORD que trabaja con índices de similitud de relevamientos; en este caso, dando como resultado un dendograma en él se visualiza las agrupaciones de los relevamientos más parecidos entre sí formando clústeres de similitud de especies.

De esta manera los 50 relevamientos fueron reordenados y posteriormente se hizo un análisis más cualitativo identificando a las especies (Anexo 5) que marcan las diferencias o caracterizan algún clúster específico. Este clúster puede ser traducido como un nivel de comunidad que posteriormente será más analizado, utilizando otras variables.

En el análisis del dendograma (figura 13) las comunidades identificadas dentro de las pampas de Heath, se observaron dos agrupaciones a un 25% de similitud, la primera asignada como “grupo A” que alberga tres comunidades (1, 2 y 3) y la segunda asignada como “grupo B” solo forma una comunidad (4).

El grupo A se caracteriza por la presencia de la comunidad de *Lycopodiella cernua* que se encuentra en sitios más húmedos y la comunidad del grupo B por la presencia de *Eleocharis minima* que ocupan los sitios que permanecen inundados por un tiempo más largo ya que esta especie se caracteriza por ser hidrófila (o anfibia).

Las especies generalistas de ambos grupos son: *Sacciolepis angustissima*, *Andropogon virgatus*, *Rhynchospora brownii*, *Xyris lacerata* y *Cyperus manimae* (figura 14).

4.1.3.1. Comunidades del grupo A o de *Lycopodiella cernua*

Las especies generalistas del grupo A son dos especies: una arbustiva *Graffenrieda weddellii* de aproximadamente 1.3 m de altura, la cual se presenta en bosques ribereños y sabanas junto a otra especie herbácea *Sisyrinchium junceum* la cual habita en áreas de constante precipitación y en condiciones de pleno sol y con algo de protección por la cobertura de otras hierbas a su alrededor.

Dentro de la comunidad de *Lycopodiella cernua* (Grupo A) se encuentra las cuatro comunidades que son descritas posteriormente.

4.1.3.2. Comunidad 1 o de *Aristida torta*

Esta comunidad está muy bien definida por la especie de *A. torta*, en donde las especies generalistas son: *Andropogon virgatus*, *Sacciolepis angustissima*, *Rhynchospora brownii*, *Xyris lacerata*, *Cyperus manimae* y *Macairea theresiae*.

En este subgrupo no tienen especies características claras, pero las especies con mayor cobertura dentro de este grupo en comparación con el resto son *Sygonanthus densiflorus* (1.28 por ciento de la cobertura total relativa) y *Aristida torta* (0.32 por ciento de cobertura total relativa) y las especies raras que solo fueron registradas una sola vez en esta zona son *Galactophora calycina* y *Smilax fluminensis*.

Respecto a los aspectos ecológicos se sabe que *A. torta*, crece en lugares de altura o en lugares poco anegados; por otro lado esta comunidad se caracteriza por tener la mayor presencia de gramínoideas y menor cantidad de otras herbáceas y otras plantas leñosas.

4.1.3.3. Comunidad 2 o de *Doliodarpus dentatus*

Esta, es la comunidad más característica del Grupo A, cuyas especies generalistas son: *Sacciolepis angustissima*, *Rhynchospora brownii*, *Cyperus manimae*, *Graffenrieda weddellii*. Las especies con mayor cobertura en esta comunidad son: *Andropogon virgatus* (5.38 %), y *Panicum aff. cayennense* (5.13 %), mientras que las especies características son: *Lycopodiella caroliniana*, *Lindsaea* sp (RCC-24) y *Doliodarpus dentatus*.

En tanto las especies raras encontradas solo una vez son: *Ouratea aff. macrobotrys*, *Heliconia psittacorum*, *Smilax fluminensis*, *Desmoscelis* sp. (RCC-25), *Waltheria indica*. Dentro de las especies características la más sobresaliente es *Doliodarpus dentatus*, que es una planta trepadora leñosa que crece en bosques ribereños, transiciones de bosques a sabana y sabanas a islas en medio de sabanas.

Por otro lado dentro de esta comunidad se observa a tres pequeños grupos que forman subcomunidades, dentro de este se tiene a la comunidad *Cuphea antisiphilitica*, es una hierba anual, típica de sabanas, seguida por la comunidad de *Lindsaea* sp. (RCC-24) y por la comunidad *Lycopodiella caroliniana* ambas son helechos de hábito herbáceo la primera es de crecimiento erecto y la segunda es rastrera y puede formar estolones y también son típicas de sabanas y de transiciones entre sabanas y bosque.

4.1.3.4. La comunidad 3 o de *Cyperus surinamensis*

Esta comunidad, fisionómicamente se ve como áreas de hierbas, cuyas especies generalistas son: *Sacciolepis angustissima*, *Andropogon virgatus*, *Rhynchospora brownii*, *Xyris lacerata*, *Rhynchospora trispicata*, *Panicum aff. cayennense*, *Sisyrinchium junceum*, *Croton trinitatis*, *Eleocharis minima* y *Paspalum reticulinerve*. La única especie característica de esta comunidad es *Cyperus surinamensis* (0.9 %), la cual marca a un pastizal húmedo y zona de transición hacia comunidades de pastizales con mayor tiempo de anegamiento.

Las especies raras son *Syngonanthus gracilis*, *Funastrum clausum* y *Paspalum conjugatum*, donde la última especie se presenta en un solo relevamiento pero con una cobertura alta (0.1 %). Los pastizales con manchones de *P. conjugatum* parecen marcar áreas de alta herbívora, esta es una planta que vegetativamente se propaga por estolones.

4.1.3.5. Comunidad 4 (B) o de *Eleocharis minima*.

Dentro de esta comunidad las especies generalistas son: *Sacciolepis angustissima*, *Rhynchospora trispicata*, *Andropogon virgatus*. La única especie característica de esta comunidad es *Eleocharis minima*, seguidas de otras dos especies *Irlbachia caerulescens* y *Cyperus suramensis*, donde la última marca transición de la comunidad 3 anteriormente citada a la comunidad de *E. minima*. Las especies raras son: *Himatanthus sucuba*, *Serjania sp.* (RCC-36), *Paspalum reticulinerve* y *Selaginella asperula*.

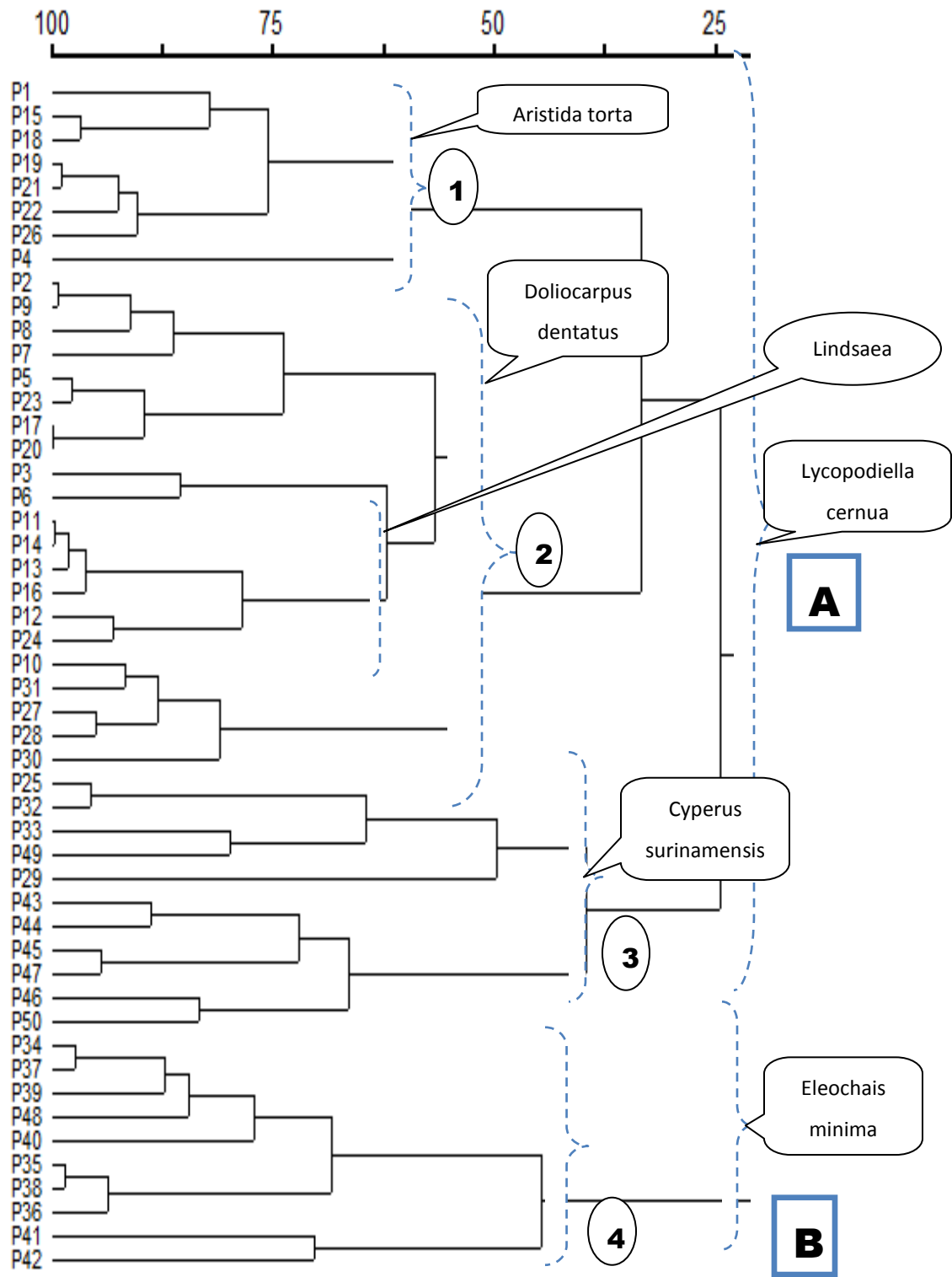


Figura 13. Cladograma de similitud florística entre relevamientos,

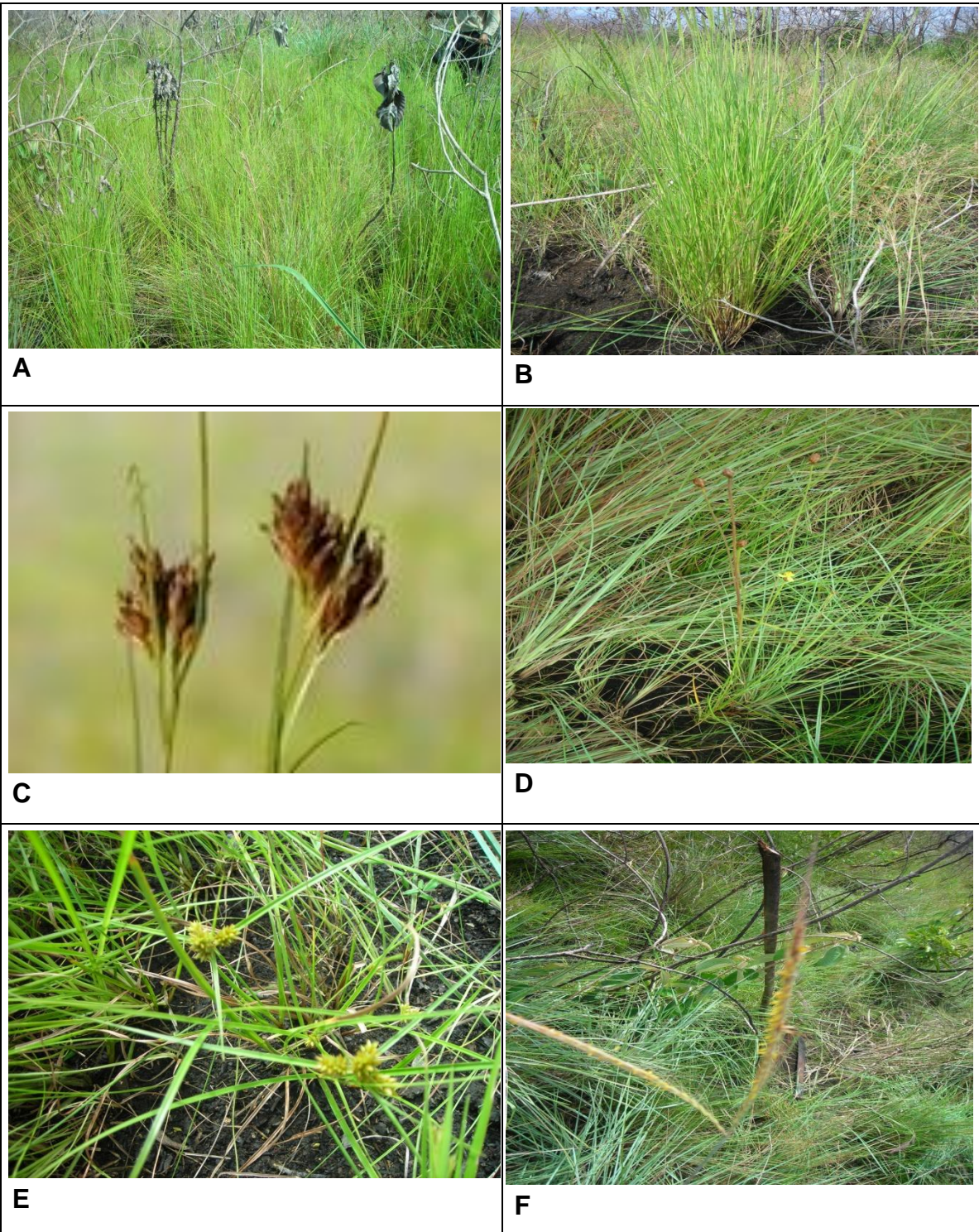


Figura 14. Especies generalistas del Este de las Sabanas del Heath: **A).** Manchones de *Sacciolepis angustissima*, **B).** Hábito de *S. angustissima*, **C).** Detalle de inflorescencia de *Rhynchospora brownii*, **D).** *Xyris lacerata*, **E).** *Cyperus manimae*, **F).** Inflorescencia de *Andropogon virgatus*.

4.2. Estructura de la Sabana

La estructura de la sabana aparentemente es uniforme que tiene variantes en unidades fisionómicas, que se ven reflejadas con las variaciones de cobertura y estratificación de sus especímenes. Es por esto que aparte del análisis de la composición florística es necesario analizar su estructura, para tener cabal entendimiento de las comunidades como de su ecología en este estudio del Este de la sabana del Heath.

4.2.1. Análisis de la Cobertura de especies

Se ve que el análisis de estos relevamientos obedece a una estrecha variación de humedad, cuyas comunidades anteriormente indicadas desde el grupo 1 hasta el grupo 4 van desde medianamente húmedo a muy húmedo.

El promedio de especies en todo este estrecha variación del muestreo, presenta valores desde muy bajos como 0.1% mayormente representados por *Galactophora calycina*, hasta valores más altos como 68.4% representados mayormente por *Sacciolepis angustissima* considerando todos los valores de cobertura de los 721 individuos registrados en los 50 relevamientos (figura 15).



Figura 15. Distribución de las especies según la cobertura por superficie en los relevamientos.

Las especies con los valores **más altos de cobertura** son: *Rhynchospora trispicata*, *Andropogon virgatus*, *Rhynchospora brownii*, *Sacciolepis angustissima*, *Panicum aff. cayennense*. Gran parte de estas especies forman macollos grandes o Tussocks que ocupan por individuo una gran superficie, y en algunos casos como *Sacciolepis angustissima* forman manchones grandes y probablemente según los habitantes de la zona, ésta es la planta más apetecida por los herbívoros. En conjunto, estas especies que ocupan gran cobertura, representan el 12.19% del total de cobertura registradas entre todas las especies.

Las especies con valores **medios de cobertura** entre hierbas menores y leñosas son: *Cuphea antisyphilitica*, *Miconia radula*, *Macairea theresiae*, *Graffenrieda weddellii*, *Sisyrinchium junceum*, *Lycopodiella cernua* que, en total cubren el 17.77%; entre gramínoideas están: *Eleocharis minima*, *Syngonanthus densiflorus*, *Cyperus surinamensis*, *Paspalum decumbens*, *Cyperus manimae* todas cubren el 14.63%, por ello todas las especies con coberturas medias cubren el 31.70% de la superficie estudiada.

Las especies con valores de **cobertura bajas** son: *Doliodocarpus dentatus*, *Irlbachia caerulea*, *Lindsaea sp*, *Lycopodiella caroliniana*, *Eragrostis polytricha*, *Aristida torta*, *Echinolaena gracilis*, *Tapirira guianensis*, *Chamaecrista desvauxii* y entre otras menores que representa el 56.097% de la cobertura total de especies registradas: donde las gramíneas representan el 30.43%, las herbáceas el 41.67% y las leñosas con el 29.167%.

Las herbáceas en general muestran una cobertura pobre, donde las de menor cobertura llegan a tener entre 0.1 y 1.56% como las especies *Croton trinitatis* y *Funastrum clausum* conocido como ajonjolillo de la pampa, ambas habitan sólo los bordes de islas menores en esta sabana. En cambio las leñosas o en este caso arbustos o árboles juveniles, tiene una distribución de cobertura gradual como *Waltheria indica* con 0.02%, *Tapirira guianensis* con 1% de cobertura (cuadro 3).

En el campo se hizo una estimación directa de cobertura en valores porcentuales; sin embargo transformando estos valores en índices Fitosociológicos, podemos indicar también la abundancia en el sentido de que bajo el índice fitosociológico de “+” se refiere a especies poco frecuentes y con muy baja cobertura, los valores de “1” hacen referencia a varios individuos pero con bajas coberturas menor al 0.1% (cuadro 3).

Cuadro 3. Cuantificación de las especies con sus coberturas de suelo en los 50 relevamientos.

Estrato	Especies	Valor en %	Esc. de Cobertura
Con mayor abundancia			
Graminoide	<i>Panicum aff. Cayennense</i>	43.26	3
	<i>Rhynchospora brownii</i>	47.74	3
	<i>Andropogon virgatus</i>	52.22	4
	<i>Rhynchospora trispicata</i>	60.42	4
	<i>Sacciolepis angustissima</i>	68.4	4
Abundante			
Arbustiva	<i>Bredemeyera altissima</i>	6.74	1
Hierba	<i>Cuphea antisyphilitica</i>	5.24	1
	<i>Miconia rádula</i>	9.06	1
	<i>Macairea theresiae</i>	11.14	2
	<i>Graffenrieda weddellii</i>	11.98	2
	<i>Sisyrinchium junceum</i>	17.22	2
	<i>Licopodiella cernua</i>	12.56	2
Graminoide	<i>Eleocharis minima</i>	13.2	2
	<i>Syngunanthus densiflorus</i>	13.48	2
	<i>Cyperus surinamensis</i>	5.44	1
	<i>Paspalum decumbens</i>	6.02	1
	<i>Cyperus manimae</i>	29.64	3
	<i>Xyris lacerata</i>	32.86	3
Con pequeña abundancia			
Arbóreo	<i>Waltheria indica</i>	0.02	(+)
	<i>Doliocarpus dentatus</i>	1.54	1
	<i>Himatanthus sucuuba</i>	0.04	(+)
	<i>Ouratea aff. Macrobotrys</i>	0.5	(+)
	<i>Desmoscelis sp.</i>	0.1	(+)
	<i>Galactophora calycina</i>	0.1	(+)
	<i>Tapirira guianensis</i>	0.9	(+)
Hierba	<i>Serjania sp.</i>	0.04	(+)
	<i>Funastrum clausum</i>	0.04	(+)
	<i>Smilax fluminensis</i>	0.2	(+)
	<i>Heliconia psittacorum</i>	0.34	(+)
	<i>Irlbachia caeruleascens</i>	1.58	1
	<i>Croton trinitatis</i>	0.56	(+)
	<i>Selaginella asperula</i>	0.5	(+)
	<i>Lindsaea sp.</i>	2.1	1

	<i>Lycopodiella caroliniana</i>	2.16	1
Graminoide	<i>Syngonanthus gracilis</i>	0.04	(+)
	<i>Paspalum conjugatum</i>	0.5	(+)
	<i>Paspalum reticulinerve</i>	0.5	(+)
	<i>Chamaescrista desvauxii</i>	0.56	(+)
	<i>Eragrostis polytricha</i>	1.36	1
	<i>Aristida torta</i>	2.76	1
	<i>Echinolaena gracilis</i>	3.86	1

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Análisis de la estructura horizontal de familias

Se analizaron 24 familias de plantas con la estimación del grado de cobertura expresada en valores porcentuales y relacionados con la escala de los índices Fitosociológicos, para determinar su abundancia en el área muestreada (figura16).

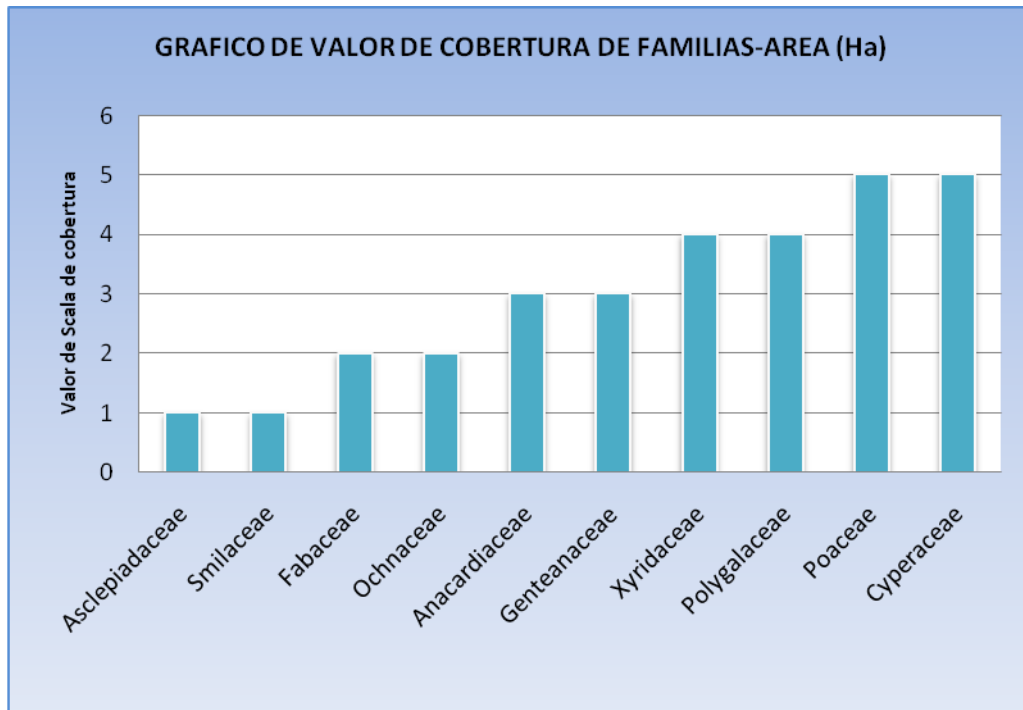


Figura.16. Estructura de familias de los 721 especímenes registrados en los 50 relevamientos en las sabanas de Heath.

En el Este de la sabana, las familias con alta cobertura y abundancia son: *Cyperaceae*, *Iridaceae*, *Lycopodiaceae* y por último *Poaceae*. Las familias con una abundancia media son: *Dennstaedtiaceae*, *Lytraceae*, *Melastomataceae*, *Polygalaceae* y *Xyridaceae*. Las familias menos abundantes son: *Anacardiaceae*, *Dilleniaceae*, *Genteanaceae*, *Euphorbiaceae*, *Selaginellaceae*, *Fabaceae*, *Ochnaceae*. Y finalmente las familias raras son: *Eriocaulaceae*, *Sapinadaceae*, *Sterculiaceae* y *Smilacaceae*. La caracterización de la cobertura a nivel de las comunidades anteriormente citadas, se ve que no existe gran variación de la cobertura en general, tanto de herbáceas y leñosas entre las cuatro comunidades descritas.

4.2.3. Análisis de la Estructura Vertical

Para analizar la estructura vertical de forma general se agruparon a los especímenes en dos categorías leñosas y herbáceas por relevamiento. Dentro de estas categorías se establecieron tres rangos de altura: plantas de porte bajo (de 5 a 34.99 cm), plantas de porte medio (de 35 a 59.99 cm), plantas de porte alto (de 60 a 250 cm). En general con los datos promediados de altura de especies por relevamiento las hierbas llegan a un mínimo de 44 cm y 150 cm como máximo; y las leñosas llegan a un mínimo de 36 cm y un máximo de 122 cm (figura 17 y figura 18).

Las especies de porte bajo en hierbas son: *Eleocharis minima* (5 - 10 cm de alto), la cual es una planta pequeña que forma un césped continuo y *Cyperus surinamensis* (10 y 30 cm de alto). La especie de porte bajo en leñosas más representativa es *Chamaecrista desvauxii* (30 cm de altura). Las especies de porte medio en hierbas están representadas mayormente por *Sacciolepis angustissima* (30 y 50 cm de alto) y *Xyris lacerata* (35 a 40 cm de alto); entre las leñosas de porte medio se tiene a *Galactophora calycina* (45 cm de alto). Las especies de porte alto más representativas en hierbas son: *Rhynchospora trispicata*, *Paspalum*

decumbens, *Andropogon virgatus* y *Rhynchospora brownii* (62 a 150 cm de alto); entre las leñosas de porte alto están *Himatanthus sucumba*, *Tapirira guianensis*, *Doloiocarpus dentatus*, que en su mayoría son árboles juveniles.

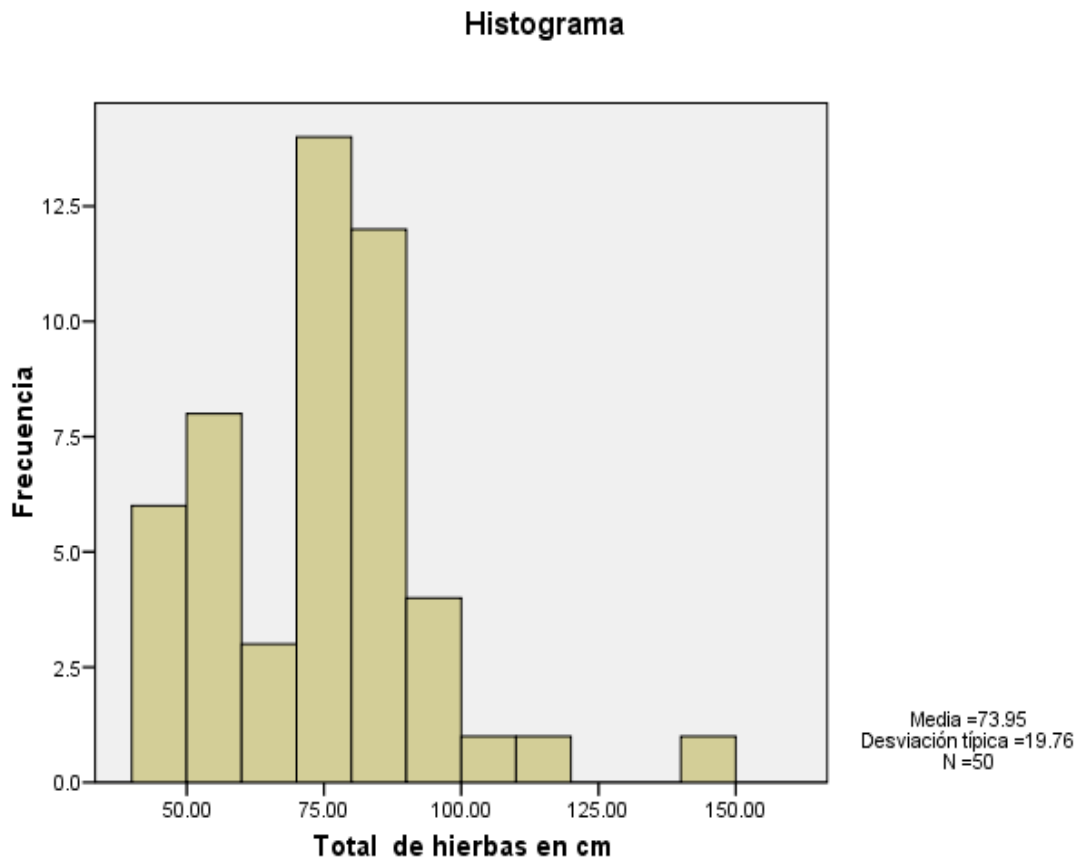


Figura 17. Estructura vertical de hierbas en cada relevamiento (50) en las sabanas de Heath.

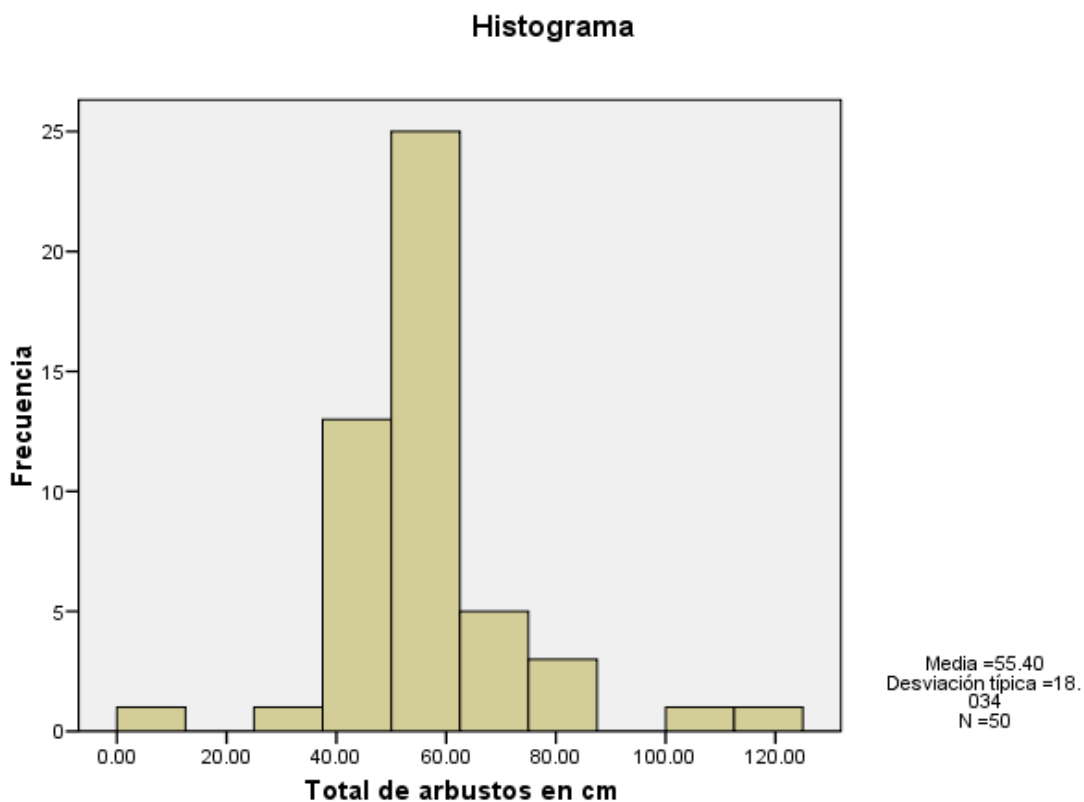


Figura 18. Estructura vertical de arbustos en cada una de relevamientos (50) en las pampas del Heath.

4.2.4. Análisis de Estratificación

Dentro de un análisis de la estratificación en relación a su abundancia, se consideran tres categorías: en la 1ª categoría se presentan las gramíneas (44%) y son las que predominan en el estudio y además estas gramíneas, son las que determinan un pastizal tropical; en la 2ª categoría están las hierbas (32%) y en la 3ª categoría se tiene a las leñosas (24%).

De toda el área censada, las especies que ocupan el estrato inferior cubren el 38,33% y llegan a medir en promedio 44 a 61 cm representado principalmente por

Lindsaea sp. y *Eleocharis minima*; las especies que ocupan el estrato medio cubren el 53.06% llegan a medir en promedio 53 a 87 cm representado principalmente por: *Rhynchospora trispicata*, *Croton trinitatis*, *Galactophora calycina*, *Irlbachia caerulescens* entre otras menos abundantes; las especies que cubren el estrato superior cubren el 77.08% y llegan a medir en promedio 90 a 150 cm representadas principalmente por: *Himatanthus sucumba*, *Graffenrieda weddellii*, *Aristida torta*, *Paspalum decumbens*, entre otras menos abundantes (figura 19).

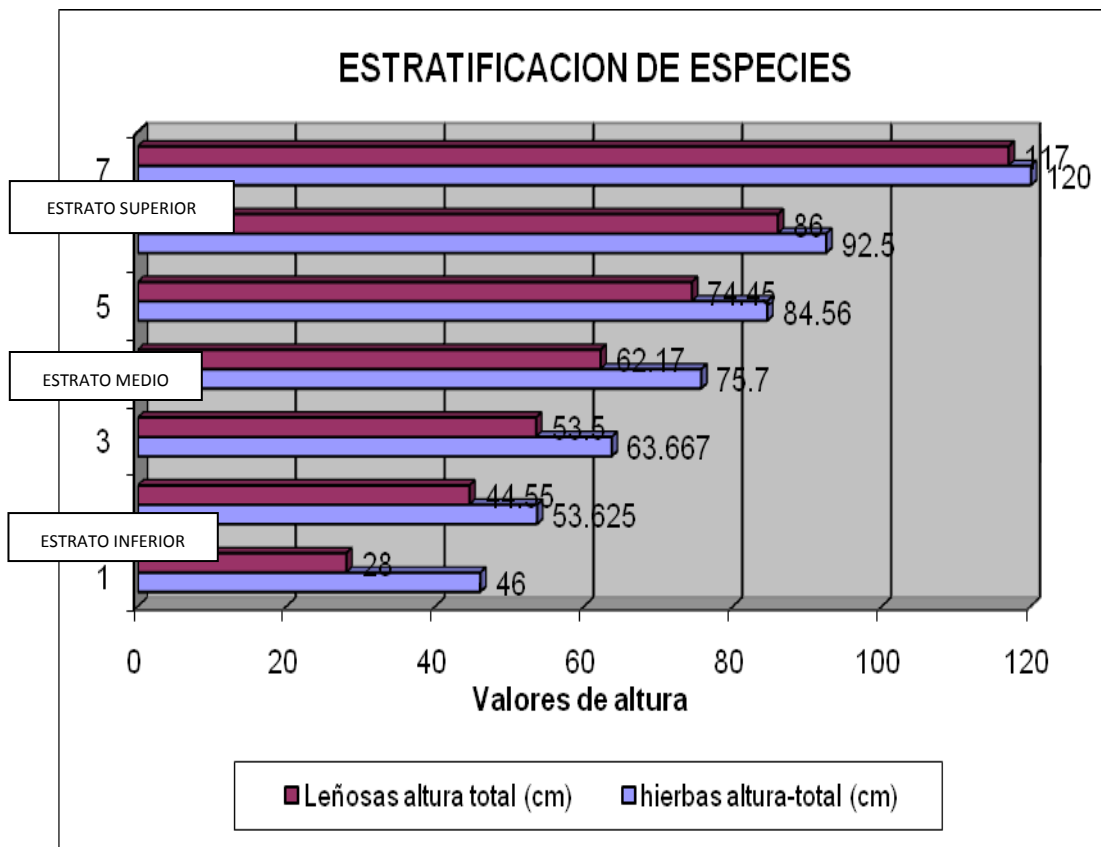


Figura 19. Estructura de estratificación de especies en el área de estudio.

4.2.5. Análisis de Estructura vertical por comunidades

En cuanto al análisis de estructura vertical de las cuatro comunidades descritas anteriormente y considerando los estratos descritos (superior, medio e inferior), se realizaron cálculos en base a la altura promedio por relevamiento (figuras 20 y 21).

La **comunidad 1**, la altura de hierbas oscila entre 45 y 100 cm, cabe recalcar que esta comunidad no está definida por una especie característica. Las leñosas varían de altura entre 40 y 86 cm, representada principalmente por *Galactophora calycina*. La estructura de esta comunidad representa mayormente al estrato medio de la sabana.

La **comunidad 2**, la altura de hierbas oscila entre 74 y 150 cm, ésta es una comunidad que tiene especies altas pese a que está caracterizada por *Lycopodiella caroliniana* y esta especie además forma parte de la “sotopampa”. Las leñosas varían de altura entre 43 y 122 cm, representada principalmente por *Dolyocarpus dentatus*. La estructura de esta comunidad fisionómicamente ocupa el estrato superior de la sabana.

La **comunidad 3**, la altura de hierbas oscila entre 44 y 84 cm, fisionómicamente, pertenecen al estrato medio de la sabana y está caracterizada por *Cyperus surinamensis* que puede llegar a medir 48 cm de altura. Las leñosas varían de altura entre 36 y 56 cm. Esta comunidad tiene una estratificación mixta y no bien definida entre los estratos descritos para esta sabana en general.

La **comunidad 4**, la altura de hierbas oscila entre 45 a 75 cm, fisionómicamente pertenecen al estrato inferior en la sabana y está caracterizada por *Eleocharis minima*, la cual es la especie más pequeña y de hábito anfibio de esta sabana. Las

leñosas entre 38 y 72 cm, caracterizada principalmente por *Waltheria indica*. En general esta comunidad fisionómicamente pertenece a un estrato bajo en la sabana.

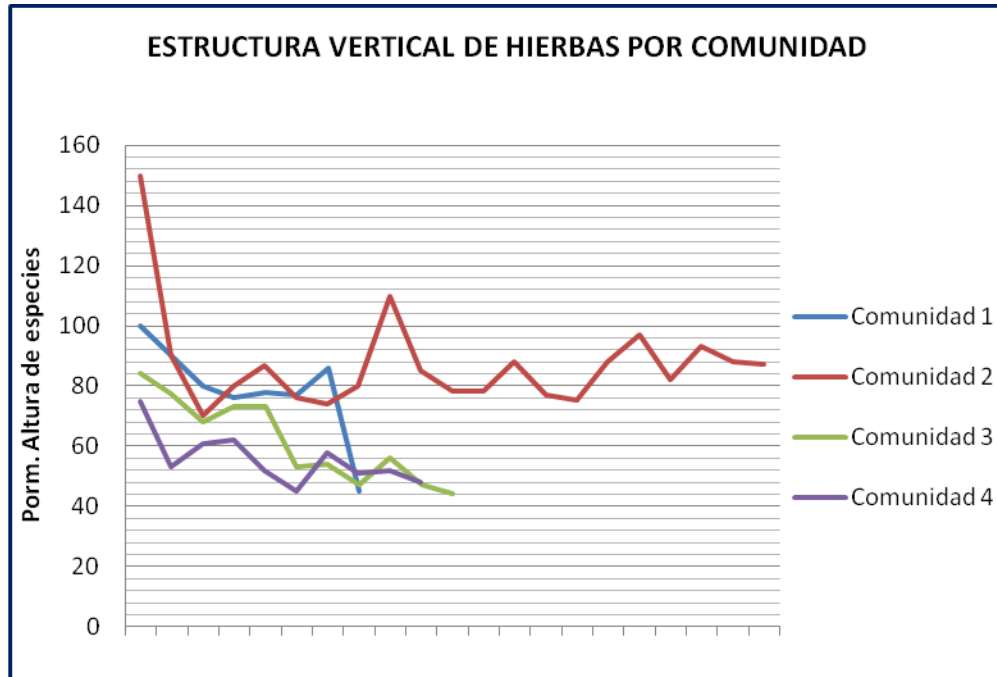


Figura 20. Estructura vertical de hierbas por comunidades en los 50 relevamientos.

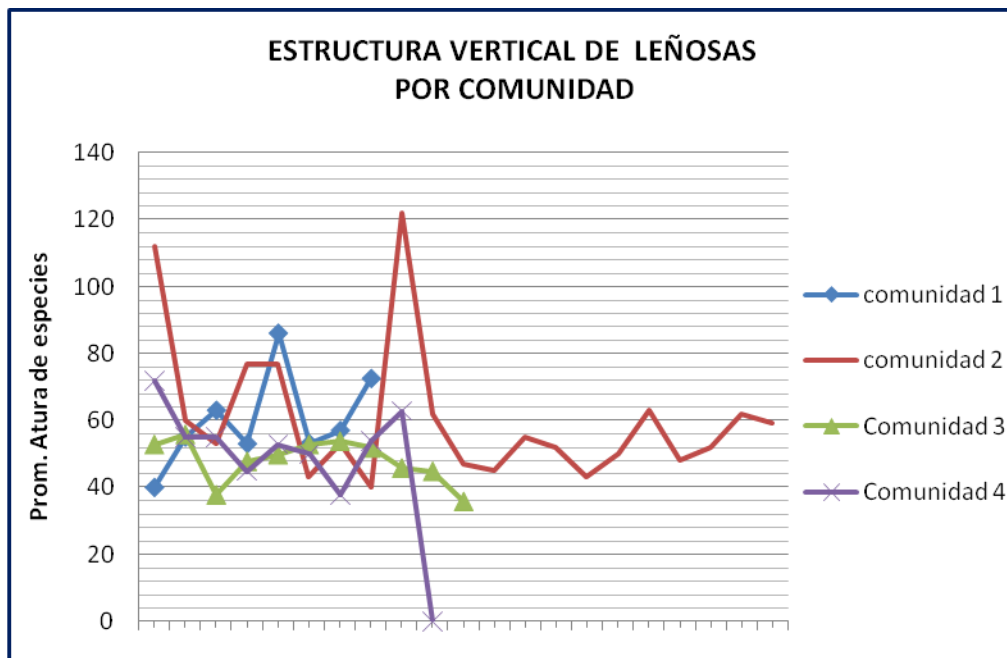


Figura 21. Estructura vertical de leñosas por comunidades en los 50 relevamientos.

4.2.6. Aspectos ecológicos considerados

4.2.6.1. Evaluación de la dinámica fenológica

En base a la observación y anotación de los estados fenológicos (floración, fructificación o estériles) de los 721 individuos registrados en este estudio, se ha encontrado gran variabilidad fenológica (cuadro 4).

Cuadro 4. Dinámica fenológica de acuerdo a los datos de campo en el área de estudio (fl=floración, st=estéril, fr= fructificación, pl=plántula, gm=germinación).

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	fl.	275	38.1	38.1	38.1
	st.	61	8.4	8.5	46.6
	fr.	167	23.1	23.2	69.8
	pl.	133	18.4	18.4	88.2
	gm.	85	11.8	11.8	100.0
	Total	721	100	100.0	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos muestran que de todas las especies registradas (Anexo 6) dentro de este pastizal húmedo en los meses de mayo-junio el 38,1% tenían flores y en términos de especie tenemos a: *Andropogon virgatus*, *Sacciolepis angustissima*, *Xyris lacerata*, *Eragrostis polytricha*, *Aristida torta*, *Paspalum decumbens*, *Cyperus surinamensi*; entre las leñosas se identificaron a *Desmoscelis* sp. y *Waltheria indica*, y en las otras hierbas: *Sisyrinchium junceum*, *Irlbachia caerulescens*, *Cuphea antisiphilitica*, *Croton trinitatis*.

El 23.2% de plantas estuvieron en estado de fructificación como son las especies: *Rhynchospora brownii*, *Panicum aff. cayennense*, *Rhynchospora trispicata*, *Panicum aff. Cayennense*, *Smilax fluminensis* y *Eleocharis minima*, entre otras.

El 18.5% de plantas estuvieron en estado de plántulas, éstas fueron: *Cyperus manimae*, *Bredemeyera altissima*, *Miconia radula*, *Dolioscarpus dentatus*, entre otras.

El 11.8% de plantas fueron encontradas en estado de gemación entre las especies tenemos a: *Macairea theresiae*, *Graffenrieda weddellii*, *Chamaecrista desvauxii* y *Galactophora calycina*.

El 8.5% de plantas se encontraron estériles como: *Lycopodiella cernua*, *Miconia radula*, *Selaginella asperula*, *Lindsaea sp* y *Lycopodiella caroliniana*. Los valores de desviación estándar de la dinámica fenológica en las 721 réplicas muestran una desviación de 1.44 (figura 22).

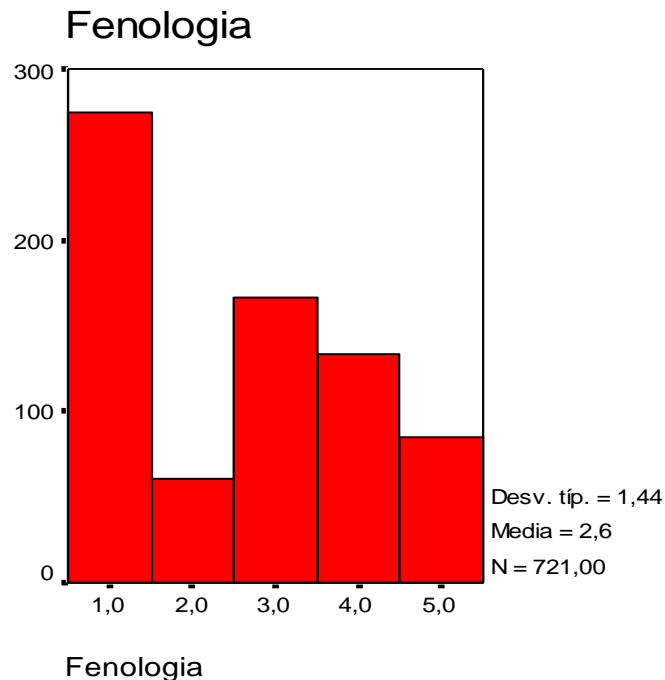


Figura 22. Histograma según los datos fenológicos encontrados en las especies entre los meses junio-julio.

4.2.6.2. Análisis de vitalidad

El análisis de la vitalidad se realizó en base a índices de grado de vitalidad según Braun Blanquet, (1979), los cuales se distribuyen (Anexo 7) en un rango de 1 al 4 (cuadro 5).

De los 721 individuos analizados, 373 son plantas bien desarrolladas (1) representando el 51.7% del total; 75 individuos fueron plantas desarrolladas débilmente (2) representando el 10.4% del total, este grupo de plantas tienen pocos registros fenológicos que estén mostrando su multiplicación; 212 individuos desarrollan insignificamente (3) representando el 29.4% del total; 61 individuos germinan esporádicamente representando el 8.4% del total (cuadro 5). Los cálculos tuvieron una desviación típica de 0.10 (cuadro 6).

Cuadro 5. Frecuencias de especies observadas en las comunidades vegetales de estudio:

1 es de mayor vitalidad o bien desarrolladas, 2 plantas desarrolladas débilmente, 3 plantas que se desarrollan insignificamente y 4 plantas que germinan esporádicamente.

Vitalidad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 1	373	51.7	51.7	51.7
2	75	10.4	10.4	62.1
3	212	29.4	29.4	91.5
4	61	8.4	8.5	100.0
Total	721	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6. Estadísticos descriptivos de vitalidad en los censos de los 50 relevamientos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Vitalidad	721	.10	.40	.1946	.10717
N válido (según lista)	721				

Fuente: Elaboración propia

4.3. Discusión de resultados

Se considera al método fitosociológico muy apropiado para determinar cuántas y cuáles comunidades de plantas se tienen en un área determinada, su aplicación es sencilla y por lo general da resultados confiables. Al respecto, Braun-Blanquet (1979), afirma que esta metodología abarca a todos los fenómenos que afectan a la vida de la comunidad de las plantas.

Por su parte Islebe *et al.*, (2003), concluyeron que las unidades de muestreos grandes son más aptas para poder determinar a las comunidades de las plantas heterogéneas y las unidades de muestreos pequeños son más aptas para comunidades vegetales homogéneas.

El relevamiento es la unidad de estudio del método fitosociológico y en este estudio a través de 50 relevamientos se pudo realizar una caracterización bastante aproximada según los índices calculados del Este de las Sabanas del Heath, principalmente en pastizales con diferentes grados de anegamiento.

a) La composición florística y fitodiversidad

Otros estudios relacionados sobre la composición florística en sabanas bolivianas fueron realizados por Haase y Beck (1989), que precisamente analizaron sabanas

inundables estacionalmente en el norte de La Paz, sabanas paralelas a las Pampas del Heath, este es uno de los estudios más parecidos al presente trabajo.

El estudio de Haase y Beck (1989) en las Sabanas Luisita tuvo mayor magnitud de trabajo en tiempo y número de relevamientos (800 relevamientos) donde se registraron 600 especies y abarcaron diferentes unidades fisiográficas de vegetación como: “sabanas de altura” pero mayormente influenciadas por el Rio Beni, sartenejales que son áreas inundadas o anegadas con predominancia de leñosas o palmeras, dos tipos de bajíos, chaparrales (arbustos y árboles bajos) con un sustrato transformado por termitas y lombrices, y donde claramente indican que el área ha sido poco estudiada y que requiere de mayores aportes.

El presente trabajo se circunscribe sólo a pastizales que se encuentran dentro de sabanas abiertas y haciendo una comparación con las especies encontradas en ambos estudios, se ve que ambas sabanas tienen diferencias en cuanto a la composición y sólo a nivel de pastizales abiertos las únicas especies comunes a ambas son 13: *Lycopodiella cernua*, *Tapirira guianensis*, *Eleocharis minima*, *Rhynchospora brownii*, *R. nervosa*, *R. trispicata*, *Sygonanthus densiflorus*, *Croton trinitatis*, *Heliconia psitacorum*, *Aristida torta*, *Echinolaena gracilis*, *Panicum conjugatum* y *Xyris lacerata*.

Por otro lado, indican que el nombre de las especies en el estudio realizado por Haase y Beck (1989), requiere de una actualización taxonómica, debido a que la sistemática principalmente en Gramíneas tuvo avances significativos con el estudio de Renvoize (1998) sobre las gramíneas de Bolivia.

Con relación a los resultados obtenidos en función a las variables consideradas para este estudio, se evidencia que la zona estudiada es bastante homogénea y haciendo comparaciones con otros estudios similares como los de Haase (1989 y 1990), en el Este de las Pampas del Heath las sabanas en una parte son

anegadas estacionalmente por efectos de las lluvias y pueden permanecer con agua hasta finales de mayo probablemente.

En general en el presente estudio se registraron 41 especies que aparentemente forman poblaciones relativamente grandes con 2.3346 individuos, según estimaciones utilizando EtimatS.

b) Las Comunidades descritas

Los estudios más próximos para realizar comparaciones con el presente trabajo siguen siendo los de Haase (1989 y 1990), donde recién se hace una descripción de las comunidades en las sabanas inundables próximas al Rio Beni, paralelas a las sabanas del Heath. En ambas publicaciones hace descripciones de comunidades en diferentes unidades fisiográficas utilizando el método fitosociológico, quien también hizo un análisis de clústeres.

Comparando el presente estudio con los realizados por Haase (1989, 1990), vemos que las comunidades encontradas en el presente trabajo con los clústeres encontrados por Haase (1989 y 1990) no son similares pero algunas especies si coinciden. Por ejemplo para este autor *Lycopidiella cerua* forma parte de un clúster de palmar con *Mauritia flexuosa* y el factor común con el presente trabajo es que en ambos *L. cernua* se encuentra en ambientes anegados.

Por otro lado, ambos estudios de Haase (1989 y 1999), tienen un gran registro de especies indeterminadas como a *Eleocharis*, *Cuphea*, etc., lo que dificulta una comparación más precisa. Lo interesante del presente estudio es la descripción de un clúster caracterizado como *Eleocharis minima*, siendo esta especie registrada como rara en los estudios de Haase (1989 y 1990).

Otras especies que caracteriza clúster en el estudio de Haase como *Chamaecrista desvauxii*, *Heliconia psittacorum* y *Croton trinitatis* son registradas como especies raras en el presente estudio.

Para ambos estudios las especies registradas como más representativas son *Sygonanthus densiflorus*, *Graffenrieda weddellii*, *Paspalum conjugatum*, *Panicum cayennense*, *Rynchospora brownii*, *Echinolaena gracilis*, pero estas especies forman parte de clúster con especies diferentes.

Probablemente esta combinación de especies esté obedeciendo a estrechos gradientes de humedad, diferencias de la dinámica de sabanas en relación a los ríos, puesto que en Luisita las sabanas son inundables, mientras que en las Pampas del Heath, las sabanas son anegadas y la permanencia de agua en ellas depende mayormente de las lluvias, lo que también influye fuertemente en el tipo de suelo, factor que no fue analizado en este estudio.

Hasse (1990) describe a los comunidades en pastizales dentro de una gradiente más amplio de humedad desde pastizales más secos a muy húmedos, donde menciona a *Lycopodiella cernua* dentro de una estructura de comunidades más compleja que probablemente esté influido por condiciones microambientales, también describe a *Aristida torta* dentro de la comunidad de pastizales, que según este estudio ambas especies se encuentra relacionadas dentro de un clúster o una comunidad.

c) Arquitectura de la sabana

El término de arquitectura de las sabanas la emplea Sarmiento (1984) para describir a las sabanas neotropicales en general. En el presente estudio se ha tratado de cuantificar los datos de cobertura y estructura vertical promediando los datos de alturas y coberturas de hierbas y arbustos por relevamiento. El resultado

fue que por relevamiento se tuvo una descripción general fisionómica que también se la tradujo en la estructura vertical de las comunidades descritas anteriormente.

Del total de cobertura de las especies censadas, indica que tienen mayor amplitud ecológica que las especies del bosque. Esta cobertura de especies llega a alcanzar hasta los 95% con especies dominantes de *Sacciolepis angustissima*, *Rhynchospora brownii*, *Andropogon vergatus*, *Xyris lacerata* y *Graffenrieda weddelli*, las que son características de sabanas neotropicales húmedas debido al agua estancada estacionalmente.

En estos pastizales también se encuentran elementos de bosque que llegan a desarrollarse a nivel de arbustos llegando hasta 122 cm de altura como *Bredemeyera altísima* e *Himatanthus sucumba*. Las hierbas más altas que llegan hasta 150 cm de altura son *Rhynchospora brownii* y *Aristida torta*.

La especie registrada con mayor cobertura es *Sacciolepis angustissima* que aparecen formando manchones, sin embargo según estudios realizados en Apolo por Mostacedo y Killeen (1997), esta especie se distribuye como individuos aislado y disperso sin llegar a alcanzar valores altos de cobertura, cabe indicar que las sabanas de Apolo tienen una fuerte influencia antrópica e incluso se le atribuye un origen antrópico.

Según la clasificación de Sarmiento (1984) de sabanas, según su arquitectura los pastizales aquí descritos pertenecen a sabanas predominantemente herbáceas.

d) Ecología

Las comunidades descritas en esta parte de las Pampas del Heath presentan una homogeneidad aparente debido a que se trabajó en un estrecho gradiente de

humedad; sin embargo, existen variaciones importantes de analizar ya que se encuentra una gran variabilidad de la dinámica fenológica y la vitalidad de las especies. Es decir, que estos aspectos son importantes para considerar el grado de conservación relativamente buena de esta parte de la sabana.

La composición florística en cuanto a su cobertura hace suponer que esta sabana está bien conservada y que el factor que podría generar más erosión es el agua, pero al ser de un efecto natural, las especies se encuentran adaptadas.

Se pudo determinar en función a los resultados obtenidos, que los suelos de esta sabana contiene una buena cantidad de materia orgánica, reflejo de esto es la cantidad de arbóreos y arbustivos que indica suelos fértiles aunque se presenten en menor cantidad. Sin embargo para indicar más al respecto necesariamente se deben realizar análisis de los mismos.

5. CONCLUSIONES

En el estudio del inventario de los relevamientos, se presentaron con mayor cantidad de especies, fueron las *Poaceas*, *Ciperaceas* y *Melatomataceas*, con una diversidad de 2.76, debido a que este valor está afectado por las variables de cobertura sobre la superficie del Este de las Sabanas muestreadas.

La riqueza de esta sabana según el indicador de Chao 1, muestra que existe 41.13 especies censados en los 50 relevamientos y en términos de biodiversidad general en el Este de las Pampas del Heath solamente en sus pastizales inundados presenta una diversidad media de 41 especies registradas y 12 son de mayor distribución.

Las familias más representativas de esta Sabana, son las *Poaceae* y *Cyperaceae*, siendo su principal distribución en los eco-regiones del Este de la amazonia y se muestra entre las familias más diversas de la sabana.

En relación de las comunidades vegetales encontradas la especie *Eleocharis minima* es la más destacada, ya que marca las diferencias más fuertes dentro de esta pequeña variación de humedad, lo que se refleja significativamente en el dendograma expuesto.

En el dendrograma, se han identificado 4 grupos o comunidades, cuya distribución responde a una variación de humedad estrecha, mostrando la presencia de especies hidrófitas y/o anfibias; es decir, que pueden vivir en ambientes bajo el agua como más expuestas al sol.

Respecto a la arquitectura general de las plantas en estos pastizales, las gramíneas llegan a ocupar la mayor parte de la superficie a la que le siguen los arbustos.

En cuanto a los tipos de estratos, se caracterizan en: estrato superior hasta 150 cm, estrato medio hasta 60 cm y estrato inferior hasta 40 cm, indicando que son promedios ya que la especie más pequeña mide 10 cm de altura como es la *Eleocharis minima*.

La especies que se encontraron con mayor frecuencia fértiles son *Andropogon virgatus*, *Graffenrieda weddelli*, *Lycopodiella cernua*, *Cyperus manimae*, *Bredemeyera altísima* y *Cyperus manimae*.

El área estudiada es íntegramente natural con poca influencia humana y además sirve de hábitat natural de especies animales, como el ciervo de los pantanos (*Blastocerus dochotomus*), un animal que depende exclusivamente de este pastizal.

6. RECOMENDACIONES

Las pampas de Heath es uno de los pocos pastizales naturales que aún persisten conservados. Debe ser estudiado con mayor intensidad, ya que es muy diverso en varios aspectos, no sólo en especies sino también en hábitats, sobre todo deberá ser manejado sosteniblemente si el hombre desea vivir allí, más aún por ser tan importante para otras especies de animales.

Se debe llevar a cabo estudios para determinar las características de especies palatables y no palatables en esta región, que permiten la sobrevivencia de algunas especies de fauna como el ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*), gama (*Ozoteceros bezoarticus*), tapir (*Tapirus terstris*), conejito de las pampas (*Cavia tschudii*) y otros, donde la mayoría se encuentra en el catálogo CITES como especies amenazadas principalmente por destrucción de hábitat.

Realizar estudios complementarios al presente trabajo de investigación en otras regiones de las sabanas naturales de nuestro país, precautelando pocas áreas de pampas naturales para planes de conservación ecológica destacando la importancia de las praderas tropicales.

Iniciar estudios de investigación más profundos para determinar su valor e importancia para la economía de esta región que armonice con su ecología, debiendo agregar las posibilidades ofrecidas por el paisajismo pudiendo ser un atractivo turístico muy valioso.

7. BIBLIOGRAFÍA

Andrade, L. 2003. Sociología de la desertificación en la Patagonia Austral: los productores ovinos de la meseta Central de Santa Cruz. Revista THEOMAI. Estudios sobre Sociedad, Naturaleza y desarrollo. Numero 7.

Beck, S. 1993. Bergsavannen am feuchten ostabhang der bolivianischen Anden-anthropogene Ersatzgesellschaften. Scripta Geobotanica, pp 11-20.

Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología (edición en español). Blume, Madrid, 820 p.

Berlijn, J. 1997. Pastizales Naturales. Novena reimpresión. Ed. Trillas. Mexico, 80 p.

Cannon, P.F. 1997. Strategies for rapid assessment of fungal diversity. Biodiversity and Conservation, pp 669-680.

Causton, 1998. Bases para el estudio de comunidades vegetales. Blume Madrid, Plant physiology. 2a ed. The Benjamin/Cummings Publishing Company. Inc. 153 p.

Cavelier J. 1996. El proceso de degradación y sabanización del Valle Alto del Magdalena. Fundación Alto del Magdalena, Neiva, Huila. Informe Técnico. 22 p.

Colwell, R. K. y J.A.Coddington .1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Phil.Trans. Royal. Soc. pp- 101-118.

Colwell, R.K., Mao, C.X. y Chang, J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, pp. 2717-2727.

Colwell, R.K. 2000. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 8.0, Persistent URL<purl.oclc.org/estimates>

Coddington, J. 2000. Criterios Cuantitativos para el inventario adecuado utilizando estimadores de riqueza. Memorias 1ºer Congreso Colombiano de Zoología, mayo 12 al 18 I:C:N: Colombia.

Cornejo, F. y J. Janovec, 2006. Botánica, Boletín de AABP -Andes to Amazon Biodiversity Program & BRT- Botánica Research Institute of Texas, USA, 426 p.

Chao A, Shen T-J 2003. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Env. Ecol. Stat.* pp 429-443.

Chao A, Shen TJ 2003-2005. Program SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation). Program and User's Guide. <http://chao.stat.nthu.edu.tw>.

Finegan, B. 1992. Bases ecológicas para la silvicultura. Centro agronómico tropical en Bolivia. BOLFOR, Santa Cruz – Bolivia, 20 p.

Font Quer, P. 2001. Diccionario de Botánica, Ediciones península, Barcelona, 1236 p.

- Furley, P. A. 1999. The nature and diversity of Neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados. *Global Ecology and Biogeography*, pp 221-241.
- Gilbert, G. S. 2002. Manual para las investigaciones de Biología de campo, Segunda edición, República de Panamá, 130 p.
- Gonzales, J. y H. Nenesen, 2007. En prensa. Caracterización general de las unidades fisonómicas vegetales de las Pampas de Heaht. En: Introducción de la historia natural de una sabana amazónica: Pampas de Heath (ACA – Bolivia ed.). La Paz – Bolivia.
- Gotelli, N. J. y R. K. Colwell, 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.* pp. 379-391.
- Hanagarth, W. 1993. Acerca de la geoecología de las sabanas del Beni en el Nor-Este de Bolivia. Instituto de Ecología, La Paz. 186 p.
- Hanagarth, W. y S. G. Beck. 1996. Biogeographie der Beni-Savannen (Bolivien) *Geographische Rundschau*, pp 662-668.
- Halffter G, Moreno C. 2005. Significado biológico de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. In: Halffter G, Soberón J, Koleff P, Melic A, editores. *Sobre Diversidad Biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*, SEA, CONABIO, DIVERSITAS y CONACYT. pp. 5-18.
- Haase, R. y S. G. Beck. 1989. Structure and composition of savanna vegetation in northern Bolivia, pp 80-100.

- Haase, R. 1989. Plant community of savanna in northern Bolivia I. Seasonally flooded grassland and gallery forest. *Phytocoenologia*, pp 345-352.
- Haase, R. 1990. Structure and composition of savanna in northern Bolivia: a preliminary report, Berlin_Stuttgart, March, 30 p.
- Husso, D. 1986. Principios de Manejo en Praderas Naturales. Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria. Buenos Aires Argentina. FAO. pp. 157-179.
- Ilebe Gerald et al., 2003. Fitosociología y fitodiversidad de la laguna quila, parque nacional lagunas de zempoala, Acta Bogota México, pp 62-81.
- Izco, J., y M. Del Arco, 2003. Código internacional de nomenclatura fitosociológica. Materiales didácticos universitarios, Servicio de Publicaciones, Universidad de La Laguna, 155 p.
- Ibisch, P.L., S.G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero, 2003. La diversidad biológica. Ecoregiones y ecosistemas. En: Ibisch, P. & G. Mérida (eds). Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia. Estado de Conocimiento y Conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible, Editorial FAN, Santa Cruz, pp. 47–88.
- Kempton, R. A. 2002. "Species diversity", *Encyclopedia of Environmetrics*, (eds Abbel H. El-Shaarawi and W. Piegorsh) John Wiley & Sons. N. York, pp. 2086-2092.
- Kessler, M. 2000. Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. *Plant Ecology*, pp. 181- 193.

- Killeen, T. J. y T. S. Echulenberg. 1998 Biological Assessmet of the Parque Nacioanl Noel Kempff Mercado, Bolivia, RAP Working Paper 10. Conservation International. Washington, DC. 372 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. GTZ. República federal de Alemania, 335 p.
- Lewis, J. P. 2001. La biósfera y sus ecosistemas: Una introducción a la Ecología. Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambiente. ECOSUR. Serie de publicaciones técnicas N° 2. Rosario.
- Leon-Sicard, T E. 2003. Sistemas de ecología y convencional. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales IDEA., Bogotá D.C., pp 403-417.
- Linares-Palomino R. 2004. Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: II. Fitogeografía y Composición Florística. Arnaldoa, pp. 103-138.
- Navarro, G. 2004. Bio-Corredor Amboró Madidi, Zonificación Ecológica. Editorial FAN Santa Cruz – Bolivia. Capítulo 15: pp 1-40.
- Navarro, G y M. Maldonado. 2006 Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticas. Centro de ecología Simón I. Patiño – Departamento de Difusión. Cochabamba, Bolivia, 749 p.
- Magurran, A. 2004. Moasuring biological diversity. Blackwell Publishing. Oxford, 265 p.

- Marconi, M. 1992. Conservación de la Diversidad Biológica en Bolivia. Centro de datos para la conservación CDC- Bolivia, (USAID/ Bolivia) United States Aid Mission to Bolivia.
- Mijares, F. 2002. Evaluación de la diversidad de los ecosistemas de morichal en la altillanura eólica del municipio de Cravo Norte, Arauca. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad del Tolima. Ibagué. 150 p.
- Miranda, V., J. Cordova y M. Quisberth. 2005. Mapa de provincias fisiográficas de Bolivia y memoria explicativa. Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (Alemania) & Servicio Geografico de Bolivia.
- McCune, B., and M.J. Mefford. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA. 237p.
- McIntosh M. 2002. Flowering phenology and reproductive output in two sister species of *Ferocactus* (Cactaceae). *Plant Ecology*. pp 1-13.
- Montambault, J. R. 2002. Informes de las evaluaciones biológicas Pampas del Heath, Perú, Alto Madidi, Bolivia, y Pando, Bolivia. RAP Working Papers 24, Conservation International, Washington, D.C. pp 146-149.
- Montes de Oca, I. 1997. Diversidad florística. 73-111 p. En: Marconi, M (eds). *Conservacion de la diversidad biológica en Bolivia Centro de datos para la conservación* . La Paz, pp 73-111.
- Montes de Oca, I. 2005. *Enciclopedia Geográfica de Bolivia*. Ed. Antenea S.R.L. La Paz- Bolivia.

- Morales, Cécile B. 1995 Bolivia medio ambiente y ecología aplicada, Segunda edición, diciembre, Instituto de Ecología U.M.S.A. La Paz- Bolivia.
- Mostacedo, B. & T. Fredericksen. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal, BOLFOR. Santa Cruz- Bolivia.
- PRIME, 2001. Evaluacion Ambiental Estratégica del Corredor de Santa Cruz- Puerto Suarez. Banco Interamericano de Desarrollo. Bolivia. 30 p.
- Puentes Delhy Albert . 2001. Observaciones fenológicas en árboles tropicales. Consideraciones metodológicas. I. E. S. Academia de Ciencias de Cuba. y Milena Roudna. Instituto de Botánica Pruhonice. Praga. Pp. 9-20 .
- RAP (Programa de Evaluacion Rapida). 2002. Informes de la evaluacionb biológica Pampas de Heath, Perú, Alto Madidi, Bolivia y Pando, Bolivia. Bolletin Biológica del Assessment N° 24.
- Renvoize, S. A. 1998. Gramineas de Bolivia, The Royal Botanical Gardens, Kew. Impreso en la Unión Europea por Continental Printing, Bélgica, 425 p.
- Rivera Calvo C. et al., 2008. Fenología de Juglans Jamaicensis Subsp. Insulares (griseb.) h. Schaarschm. en el bosque semideciduo de la base de mogotes del valle de San Andrés. CITMA, Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, CIGET Pinar del Rio Vol. 10 N° 1 enero-marzo
- Rippstein, G. y F. Motta. 2001. Agroecología y Biodiversidad de las Sabanas en los llanos de Colombia. Publicado CIAT N° 322 Centro Internacional de agricultura tropical, Ed. Feriva S.A., Colombia.

- Ritter, N. P. 2000. Biodiversity and phytogeography of Bolivia's Wetland Flora. University of New Hampshire. Dissertation Doctor of Philosophy in Natural Resources, 410 p.
- Samper, Diego. 1994. Sabanas Naturales de Colombia. Banco de Occidente.
- Sarmiento, G. 1996. Biodiversidad y funcionamiento de Pastizales y sabanas en América Latina. Ediciones CYTED y CIELAT impreso en Venezuela, 413 p.
- Sarmiento, G. 1990. Ecología comparada de ecosistemas de sabanas en América del sur. Las sabanas Americanas, aspectos de su biogeografía, ecología y utilización. CEILAT, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, pp. 15-56.
- Shannon, E. C. y N. Weaver. 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technology Journal. pp 379-423.
- Sarmiento, G. 1984. The Ecology of Neotropical Savannas, Harvard University. Nueva York, 235 p.
- SERNAP. 2001. Memorias del taller: Conservacion de biodiversidad. 25 de Julio del 2001. Ministerio del Desarrollo Sostenible y Planificacion. La Paz, Bolivia.
- Sorensen, T. 1948. A method for establishing groups of equal magnitude in plant sociology based on similarity of species content. Royal Danish Acad. Of Sci. And Letters, Biol. Skrift, Captulo 5. pp 1-34.
- Vickery, M. L. 1991. Ecología de plantas tropicales, primera reimpression en 1991. Edit. LIMUSA Impreso en México, 332 p.

ANEXO

Anexo 1. Planilla de campo utilizada para registrar los datos de muestreos .

No. Observadores Fecha

Nombre de la región o zona mapeada

Coordenadas	Elevación
Índice de humedad	aspecto
Topografía	inclinación
Otros factores topográficos	
Influencia de fuego	Otros factores

SUELO

Substrato geológico	
Tipo de suelo	

Foto No.

DESCRIPCIÓN D ELA VEGETACIÓN

Estacionalidad de los árboles: siempre verde, deciduo
Huecos (cobertura)

ESTRATIFICACION

Estratificación	altura	cobertura	Observaciones
Musgos			
Hierbas			
Árbustos			
Arboles bajos			
Dosel de árboles			
Árboles emergentes			

EPÍFITAS Y HEMIEPÍFITAS (cobertura relativa sobre troncos y superficie de ramas)

	tronco	Ramas
Líquenes		
Musgos		
Helechos		
Aráceas		
Peperomia		
Cactáceas		
Bromeliáceas		
Otros		

LIANAS (estimar numero de lianas en un área de 10 x 10 m)

	ninguna	1 a 10	10 a 50	50 a 200	Mas de 200
Herbáceas					
Pequeñas lianas leñosas (< 2 cm diam)					
Médium (2 a 10 cm diam)					
Grandes (> 10 cm diam)					

SUELO cobertura

	Cobertura
Suelo desnudo	
Grandes (< 10 cm diam)	
Rocas (> 10 cm diam)	
Hojarasca	
Troncos y ramas	
Materia húmica	
Agua	

EROSION

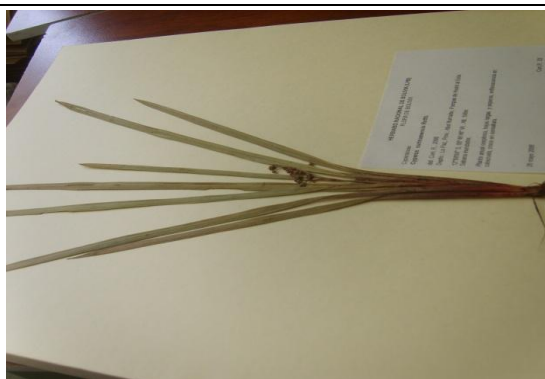
No visible, pequeña, moderada, fuerte

INFLUENCIA HUMANA

	No visible	Pequeña	moderada	Fuerte	Observaciones
Quema					
Poda					
Extracción de madera					
Plantaciones					
Sendas					
Otros					

Observaciones:

ANEXO 2. Descripción morfológica de especies registradas en las Sabanas de Heath.



Cyperus surimanensis.

Planta anual o perene, cespitosa, culmos cilíndricos a triangulares y ásperos, rizoma corto, hojas tan largas como los tallos generalmente aplanadas y rígidos, eflorescencia en cabezuela.



Lycopodiella caroliniana.

Es una planta anual, crece extendida en el suelo y enraizando la superficie, su reproducción sexual no es visible.



Eragrotis polytricha.

Planta perene amacollada con láminas erectas pilosas, inflorescencia ampliamente ovada.



Andropogon virgatus.

Planta perene con culmos erectos, laminas lineares, en la inflorescencia llevan racimos solitarios cortos con pedicelos delgados.



Eleocharis minima.

Planta perene amacollada con láminas erectas pilosas, inflorescencia ampliamente ovada.



Echinolaina gracilis.

Planta perene, delgadas, ramosas, presenta hojas caulinares con laminas angostamente lanceoladas, pilosas y racimos solitarios.



Panicum aff. Conjugatum.

Planta perene con culmos comprimidos, hojas basales y caulinares, espiguillas orbiculares.



Pasp

alum reticulatum.

Planta anual y algunas veces perene pilosa, cespitosa, laminas lineares, inflorescencia formada por racimos conjugados.



Miconia radula.

Planta anual con tallo cubierto de vellosidades como así también las hojas opuestas en forma ovada.



Sygunantus gracilis.

Planta anual, con tallo erecto, hojas lanceoladas, presenta varios racimos con flores pequeñas de color blanco.



Rhynchospora trispicata.

Planta perene con hojas basales numerosas, presenta lamina doblada hacia arriba, inflorescencia terminal amplia, compuesta, hasta 20 cm de largo.



Galactophora calycina.

Planta perene arbustiva y tallo leñosas, presenta hojas opuestas de color dorado ovadas y duras.



Doliocarpus dentatus.

Planta perene, arbórea algunas veces arbustiva, con hojas ovadas con bores denticulares, presenta tallo sumamente leñoso, grueso y áspero.



Cyperus manimae.

Planta anual y rastrera con hojas gradualmente terminada en punta.



Funastrum clausum.

Una planta trepadora voluble, perene con tallo delgado, látex blanco, hojas opuestas pequeñas, fruto como capsula alargada.



Desmoscelis sp.

Es una planta anual herbácea, el tallo es semileñoso, de hojas aserradas en el borde y con presencia de vellosidades en forma ovada, en el peciolo de la hoja presenta gemaciones, tiene inflorescencia conglomerada de color marrón.

Anexo 4. Parámetros Estadísticos de EstematiS en las Sabanas de Heath en base a los datos de cobertura.

Relev.	Indiv.	Mao Tau	SD (Mao Tau)	Sobs Mean	ACE	ACE SD	ICE	ICE SD	Chao 1	Chao 1 95%	Chao 1 SD	Shannon	Shannon SD (runs)	Simpson	Simpson SD
1	466.92	14.38	2.65	13	14.51	2.25	112.52	32.33	14.48	14.48	0.03	2.32	0.2	8.89	1.87
2	933.84	18.63	3.07	19	18.8	1.99	33.09	13.07	18.77	18.76	0.05	2.53	0.11	10.35	1.27
3	1400.8	20.96	3.21	20	21.02	2.3	27.36	5.77	20.98	20.97	0.06	2.59	0.09	10.74	1.08
4	1867.7	22.62	3.29	21	22.72	2.29	27.82	5.05	22.67	22.65	0.1	2.63	0.07	10.91	0.84
5	2334.6	23.93	3.35	21	23.91	2.43	28.34	4.84	23.86	23.83	0.11	2.65	0.07	11.1	0.75
6	2801.5	25.01	3.4	24	25.08	2.39	29.54	4.77	25.03	24.99	0.13	2.67	0.06	11.25	0.68
7	3268.4	25.93	3.43	24	25.83	2.45	29.92	4.67	25.76	25.71	0.16	2.68	0.05	11.28	0.63
8	3735.4	26.74	3.46	24	26.69	2.45	30.71	4.49	26.6	26.54	0.2	2.69	0.05	11.36	0.61
9	4202.3	27.44	3.47	24	27.41	2.55	31.64	4.84	27.35	27.29	0.19	2.69	0.05	11.41	0.58
10	4669.2	28.08	3.49	24	28.1	2.65	32.37	5.1	28.01	27.96	0.2	2.7	0.05	11.44	0.56
11	5136.1	28.66	3.5	25	28.76	2.62	33.67	5.38	28.67	28.61	0.22	2.71	0.05	11.49	0.56
12	5603	29.19	3.5	25	29.25	2.59	34.56	5.45	29.16	29.09	0.25	2.71	0.04	11.52	0.53
13	6070	29.68	3.51	25	29.62	2.53	35.59	5.87	29.55	29.48	0.24	2.71	0.04	11.53	0.47
14	6536.9	30.14	3.51	25	30.18	2.47	36.8	6.14	30.11	30.03	0.26	2.72	0.03	11.54	0.43
15	7003.8	30.58	3.51	26	30.59	2.4	37.36	6.24	30.51	30.43	0.28	2.72	0.03	11.55	0.39
16	7470.7	31	3.51	26	31.12	2.47	38.08	6.78	31.03	30.94	0.29	2.72	0.03	11.6	0.38
17	7937.6	31.39	3.51	28	31.36	2.56	38.08	6.76	31.26	31.18	0.29	2.72	0.03	11.61	0.36
18	8404.6	31.78	3.51	28	31.8	2.6	38.64	6.91	31.69	31.6	0.31	2.73	0.03	11.62	0.35
19	8871.5	32.15	3.51	29	32.24	2.57	39.16	6.64	32.13	32.03	0.35	2.73	0.03	11.64	0.32
20	9338.4	32.51	3.51	29	32.65	2.69	39.57	6.72	32.54	32.44	0.36	2.73	0.03	11.66	0.31
21	9805.3	32.86	3.52	29	32.88	2.57	39.53	6.37	32.76	32.65	0.37	2.73	0.02	11.67	0.3
22	10272	33.2	3.52	29	33.27	2.41	40.22	5.99	33.15	33.04	0.38	2.74	0.02	11.7	0.29
23	10739	33.53	3.52	29	33.7	2.48	40.94	6.15	33.57	33.45	0.41	2.74	0.02	11.71	0.27
24	11206	33.86	3.52	30	34	2.43	41.47	6.04	33.87	33.75	0.41	2.74	0.02	11.71	0.25
25	11673	34.18	3.53	31	34.33	2.58	42.22	6.79	34.2	34.08	0.42	2.74	0.02	11.72	0.26
26	12140	34.49	3.53	31	34.55	2.57	42.57	6.86	34.42	34.3	0.41	2.74	0.02	11.72	0.24
27	12607	34.8	3.54	31	34.8	2.62	42.93	7.01	34.68	34.54	0.44	2.74	0.02	11.73	0.24
28	13074	35.11	3.54	31	35.14	2.61	43.45	6.92	35.01	34.87	0.46	2.74	0.02	11.74	0.23
29	13541	35.41	3.55	31	35.42	2.52	43.94	6.63	35.27	35.12	0.47	2.74	0.02	11.74	0.22

Anexo 5. Agrupamiento de las especies en comunidades

Grupos	1	1	2	2	3	3	4	4
Relevamiento	Frec%T	Cob% T	Fre % T	Cob % T	Fre % T	Cob % T	Fre % T	Cob % T
1 Sacciolepis angustissima (Hochst. ex Steud.) Kuhl.	16	2,407265	42	5,992461	5,5	3,3	20	2,985522
2 Rhynchospora trispicata (Nees) Schrad. ex Steud.	14	0,839544	40	6,527885	4,5	2,4	20	3,191125
4 Rhynchospora brownii Roem. & Schult.	16	1,666238	42	5,962478	5,5	2,1	16	0,539707
3 Andropogon virgatus Desv. ex Ham.	16	2,754219	38	5,375653	4,0	1,9	20	1,156515
5 Panicum aff. cayennense Lam.	14	1,362118	40	5,1315	5,5	1,8	16	0,925212
6 Xyris lacerata Pohl ex Seub.	16	1,315	36	2,681402	5,5	1,8	14	1,207916
8 Sisyrinchium junceum E. Mey. ex C. Presl	14	0,651075	34	1,644821	4,5	1,3	6	0,102801
10 Eleocharis minima Kunth var. minima	0	0	0	0	3,0	1,1	18	1,751906
7 Cyperus manimae Kunth	16	1,267883	42	3,992119	4,0	1,0	6	0,102801
22 Cyperus surinamensis Rottb.	0	0	0	0	3,0	0,9	8	0,299837
11 Lycopodiella cernua (L.) Pic. Sem.	10	0,214169	40	1,76904	4,5	0,6	10	0,137068
9 Syngonanthus densiflorus (Köm.) Ruhland	14	1,27645	24	1,057997	3,0	0,4	6	0,128502
21 Paspalum decumbens Sw.	4	0,214169	8	0,642508	1,0	0,4	2	0,064251
12 Graffenrieda weddellii Naudin	16	0,539707	42	1,614838	4,5	0,3	8	0,072818
15 Bredemeyera altissima (Poepp.) A.W. Benn.	12	0,261287	30	0,74531	3,0	0,2	16	0,188469
13 Macairea theresiae Cogn.	16	0,428339	40	1,679088	3,5	0,2	12	0,107085
25 Eragrostis polytricha Nees	6	0,047117	10	0,115652	2,0	0,1	0	0
14 Miconia radula Cogn.	14	0,591108	32	0,980896	1,5	0,1	12	0,248437
23 Iribachia caerulescens (Aubl.) Griseb.	0	0	0	0	1,0	0,1	6	0,222736
30 Paspalum conjugatum P.J. Bergius	0	0	0	0	0,5	0,1	0	0
19 Lycopodiella caroliniana (L.) Pic. Sem.	2	0,042834	14	0,22702	1,5	0,1	6	0,115652
17 Echinolaena gracilis Swallen	4	0,064251	10	0,591108	0,5	0,1	2	0,107085
20 Lindsaea sp	0	0	10	0,364088	0,5	0,1	2	0,021417
18 Aristida torta (Nees) Kunth	8	0,321254	14	0,201319	1,0	0,0	6	0,051401
38 Funastrum clausum (Jacq.) Schltr.	0	0	0	0	0,5	0,0	0	0
41 Syngonanthus gracilis (Bong.) Ruhland	0	0	0	0	0,5	0,0	0	0
16 Cuphea antisiphilitica Kunth	6	0,098518	28	0,950912	0,0	0,0	4	0,072818
24 Doliocarpus dentatus (Aubl.) Standl.	2	0,042834	16	0,286987	0,0	0,0	0	0
26 Tapirira guianensis Aubl.	2	0,064251	6	0,128502	0,0	0,0	0	0
27 Chamaecrista desvauxii (Collad.) Killip	0	0	2	0,119935	0,0	0,0	0	0
29 Ouratea aff. macrobotrys Gilg	0	0	2	0,107085	0,0	0,0	0	0
33 Heliconia psittacorum L. f.	0	0	2	0,051401	0,0	0,0	0	0
34 Smilax fluminensis Steud.	2	0,021417	2	0,021417	0,0	0,0	0	0
35 Desmoscelis sp	0	0	2	0,021417	0,0	0,0	0	0
42 Waltheria indica L.	0	0	2	0,004283	0,0	0,0	0	0
36 Galactophora calycina (Huber ex Ducke) Woodson	2	0,021417	0	0	0,0	0,0	0	0
37 Heliconia psittacorum L.f.	2	0,021417	0	0	0,0	0,0	0	0
28 Croton trinitatis Millsp.	0	0	0	0	0,0	0,0	4	0,119935
31 Paspalum reticulinerve Renvoize	0	0	0	0	0,0	0,0	2	0,107085
32 Selaginella asperula Spring	0	0	0	0	0,0	0,0	2	0,107085
39 Himatanthus sukuuba (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson	0	0	0	0	0,0	0,0	2	0,008567
40 Serjania sp	0	0	0	0	0,0	0,0	2	0,008567

