

# CAMPOS Y SABANAS DEL CERRADO EN BOLIVIA: DELIMITACIÓN, SÍNTESIS TERMINOLÓGICA Y SUS CARACTERÍSTICAS FISIONÓMICAS

## CERRADO GRASSLANDS AND SAVANNA IN BOLIVIA: DELIMITATION, TERMINOLOGY AND PHYSIOGNOMIES

Daniel Villarroel<sup>1,2,3\*</sup>, Cassia B. R. Munhoz<sup>1</sup> & Carolyn E. B. Proença<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Botânica e Departamento de Botânica, Universidade de Brasília. Campus Darcy Ribeiro, Brasília, Distrito Federal, 70904-970, Brasil. Email: danielvillarroel81@hotmail.com

<sup>2</sup> Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Avenida Irala 565, Santa Cruz, Bolivia.

<sup>3</sup> Laboratorio de botánica, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, El Vallecito Km. 9 carretera al Norte, CC. 702, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

**Resumen.** En el presente trabajo proponemos la delimitación geográfica de los campos y sabanas del Cerrado en Bolivia, la uniformización terminológica de sus fisionomías y describimos sus respectivas características ambientales. La delimitación fue realizada considerando cuatro componentes ambientales característicos del Cerrado (coberturas de campos y sabanas, geología, grado de inundación, y elevación). La uniformización terminológica se realizó mediante un análisis bibliográfico crítico y cronológico de todos los nombres creados hasta ahora en Bolivia para la denominación de los campos y sabanas del Cerrado, todos estos fueron homogeneizados bajo una terminología propia y reconocida internacionalmente. Como resultado se logró diferenciar los campos y sabanas del Cerrado de otras regiones que poseen coberturas y fisionomías similares, siendo el principal factor de diferenciación el geológico y grado de inundación, ya que estos resultaron determinantes para separarlas del Pantanal y los Llanos de Moxos. Un total de 182 nombres fueron registrados para los campos y sabanas del Cerrado en Bolivia, todos propuestos entre 1990 y 2015. Estos nombres fueron uniformizados bajo ocho tipos fisionómicos, los cuales se diferencian unos de otros principalmente por su cobertura y abundancia de leñosas, así como también por sus características edáficas, y el nivel de drenaje. Cada una de estas fisionomías fue caracterizada utilizando patrones generales y frecuentes de cada una de ellas.

**Palabras claves:** Chiquitanía, cerrados, cerrado *sensu lato*, cerrado *sensu stricto*, fisionomía.

**Abstract:** This paper aims to provide a uniform terminology for the different physiognomies of the grassland and savannas of the Cerrado in Bolivia and to define their geographical limits. The delimitation of the Cerrado in Bolivia is based on four environmental components (the presence of savanna and grassland, geology, degree of flooding and elevation). Terminology is standardized so that terms used in literature related

to Bolivia conform to the terminology recognized internationally. As a result, the grasslands and savannas of the Cerrado are distinguished from the Pantanal and the *Llanos de Moxos*, based on their geology and degree of flooding. A total of 182 names have been used for the grassland and savannas of the Cerrado in Bolivia between 1990 and 2015. These names are brought together under eight recognized physiognomies, which differ from each other mainly by the coverage and abundance of woody plants, combined with soil depth and the degree of drainage. The characteristics of each of the physiognomies are described in terms of their floristics and structure.

**Key words:** Chiquitanía, cerrados, cerrado *sensu lato*, cerrado *sensu stricto*, physiognomies.

## INTRODUCCIÓN

El Cerrado es considerada como la sabana más grande del neotrópico (Dixon *et al.*, 2014), y que se distribuye principalmente de forma continua en Brasil, y en menor proporción y de forma discontinua en Bolivia y Paraguay (Eiten, 1972; Furley, 1999; Ribeiro & Walter, 2008).

Biogeográficamente, el Cerrado ha sido tratado bajo diferentes enfoques y conceptos a lo largo de la historia, tales como bioma (Ratter *et al.*, 1997; Ratter *et al.*, 2003; Ribeiro & Walter, 2008), dominio (Coutinho, 2006; Batalha, 2011), provincia (Eiten, 1972; Cabrera & Willink, 1973; Navarro, 2011) y/o ecoregión (Olson *et al.*, 2001; Ibisch *et al.*, 2003; Arruda *et al.*, 2008), lo que ha llevado a la generación de diversos mapas de distribución, en donde sus límites varían dependiendo del enfoque y concepto biogeográfico adoptado. Dentro de Brasil, el Cerrado es considerado y delimitado bajo dos principales conceptos, el de bioma (Ribeiro & Walter, 2008) y dominio fitogeográfico (Coutinho, 2006). En Bolivia, el Cerrado ha sido tratado y delimitado bajo diversos conceptos, pero ninguno coincidentes con aplicados en Brasil, habiendo sido definidos como provincia biogeográfica (Navarro, 2002; Navarro 2011), ecoregión (Ibisch *et al.*, 2003), zona de vegetación (Navarro & Ferreira, 2004), unidad de vegetación (Navarro & Ferreira, 2011), y formación vegetal (Beck, 2015). Sin embargo, pese a esta amplia variabilidad de conceptos y límites, lo ciertos es que la mayoría coincide en que el Cerrado es una región con características ambientales xéricas y está conformada por diversos tipos y formas de vegetación, que incluyen campos, sabanas, bosques y formaciones rupestres.

Así también, la clasificación de los tipos y formas de vegetación que conforman el Cerrado han sido establecidos bajo diferentes procedimientos, escalas y denominaciones nomenclaturales, aplicando términos técnicos, populares y/o la combinación de ambos, tal como se puede constatar en la obra de Walter (2006), quien analizó esta situación para Brasil, y recopiló más de 400 nombres y/o expresiones que habían sido empleadas para referirse a los diferentes tipos y formas de vegetación que conforman el Cerrado. Esta problemática nomenclatural analizada por Walter (2006) no llega a ser ajena a lo que ha ocurrido en el Cerrado dentro de Bolivia, ya que en la actualidad podemos encontrar en la literatura muchos denominativos para los tipos y formas de vegetación que la conforman, denominativos que llegan a generalizarlos bajo un solo término (Beck *et al.*, 1993; Ibisch *et*

al., 2003; Beck 2015), hasta otros que llegan a ser complejos y no propios del Cerrado (Navarro, 2002; Navarro & Ferreira, 2004; Navarro & Ferreira, 2007; Navarro, 2011), situación que también es reflejada al momento de definir los límites de los campos y sabanas del Cerrado propiamente dicho.

En el presente trabajo, proponemos la delimitación de los “*campos y sabanas*” del Cerrado para Bolivia, así como su uniformización terminológica en base a la nomenclatura fisionómica actualmente aceptada y reconocida para esta formación vegetal a nivel internacional.

## Definiciones importantes

### Cerrado

Cerrado (escrito con mayúscula) es un término que se utiliza para referirse al bioma, dominio, ecoregión, provincia, zona de vegetación o región biogeográfica/fitogeográfica, y que jamás debería escribirse en plural, ya que sea cual sea el enfoque biogeográfico que se utilice el Cerrado es uno solo. En Bolivia por ejemplo, el Cerrado es considerado una de las 12 provincias biogeográficas (Prov. del Cerrado) propuestas por Navarro (2002; 2011), la cual limita al Norte con la Prov. Acre-Madre de Dios (Amazonía), al Este con la Prov. Beni (Llanos de Moxos), al Sur con la Prov. del Chaco Boreal (Chaco), y al Oeste con la Prov. del Pantanal (Rivas-Martinez & Navarro, 2000; Navarro, 2002). El Cerrado en Bolivia abarca la denominada región Chiquitana (región oriental), la cual posee una alta complejidad de fisionomías y comunidades vegetales (bosques húmedos, bosques secos, campos, sabanas, y vegetación saxícola entre otras), de las cuales solo los campos y sabanas son tratadas en el presente estudio.

### Cerrado sensu lato

Se refiere a un complejo o conjunto de fisionomías relacionadas florística y ecológicamente unas con otras, y que va regida en función del incremento de la cobertura leñosa (Goodland, 1979; Furley, 1999; Oliveira Filho & Ratter, 2002; Walter, 2006; Ribeiro & Walter, 2008). El cerrado *sensu lato* está conformado por fisionomías campestres, sabánicas e incluye a bosques bajos que son denominados como cerradão, todas éstas forman en el paisaje los denominados mosaicos de vegetación, los cuales se rigen en función a **cambios edáficos**, como ser profundidad, composición química, nivel de drenaje, textura y estructura de los suelos (Henriques, 2005; Reatto *et al.*, 2008; Ribeiro & Walter, 2008), y las **frecuencias de quemas** (Coutinho, 1977, 1982, 1990). Los cambios producidos en función a estos dos factores pueden manifestarse en grandes y/o cortas distancias, haciendo en muchos casos muy difícil su separación con el uso de imágenes satelitales.

### Sabana

La definición del término “*sabana*” pareciera ser bastante simple y clara, pero en realidad no lo es. Existen bastantes enfoques para su definición que derivan de la escuela europea y americana (Collinson, 1988), que pueden tener implicancias fisionómicas, ecológicas, florísticas y/o climáticas (Eiten, 1972; Cole, 1986; Ribeiro & Walter, 2008). A

continuación presentamos tres conceptos del término “*sabana*” ordenados cronológicamente que reflejan su sentido específico y que adoptamos para el presente estudio, los cuales son:

- Son comunidades tropicales dominadas por un estrato herbáceo continuo, cuyo componente principal son los pastos, con árboles y arbustos dispersos, y a veces con la presencia de palmeras (Beard, 1953).
- Formación tropical dominada por hierbas, con una proporción mayor o menor de vegetación leñosa y árboles asociados (Collinson, 1988).
- Áreas con árboles y arbustos dispersos sobre un estrato dominado por gramíneas, y sin la formación de un dosel leñoso continuo (Ribeiro & Walter, 2008).

Si bien éstos tres conceptos son un tanto similares, en realidad se complementan entre sí, logrando excluir del término “*sabana*” a formaciones vegetales de climas extremadamente xéricos y que presentan elementos arbustivos y arbóreos que no se desarrollan sobre una capa continua de hierbas y/o están dominadas por gramíneas, tales como la Caatinga y el Chaco, o que se encuentran en regiones de climas templados y altitudes elevadas (andinos) como los Páramos, Puna y Prepuna, y finalmente a las que se localizan en regiones subtropicales, como las Pampas, Estepas y otras más que podrían ser consideradas bajo el concepto de “*sabana*” según Cole (1986) y Dixon *et al.* (2014).

### Campo

El término “*campo*” originalmente fue utilizado para referirse a paisajes o formaciones vegetales dominados por pastos y hierbas, con la presencia de algunos arbustos de bajo porte, pero principalmente sin árboles (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Walter, 2006; Ribeiro & Walter, 2008).

Con excepción de la terminología tradicionalmente utilizada en la nomenclatura fisionómica aplicada para la vegetación del Cerrado en Brasil, en el resto del neotrópico el sentido estricto del término “*sabana*” y “*campo*” han sido englobados y generalizados como simplemente “*sabana*” (Sarmiento, 1983; Huber, 1987), lo cual ha llevado a que se hayan creado una exagerada y alarmante cantidad de nombres basados en argumentos técnicos y populares, tal como se puede constatar en la obra de Huber & Riina (1997), y en los resultados que presentaremos en el presente trabajo.

### Fisionomía

Es una palabra compuesta de origen griego que Humboldt en 1802 la utilizó por primera vez en el ámbito de la fitogeografía para referirse a la apariencia y/o forma que la vegetación adopta como resultado de las condiciones o presión de los factores ambientales, generando formas de vegetación similares, indiferentemente de su composición o ensamble de plantas (Collinson, 1988; Coutinho, 2006). Posteriormente, Griesebach en 1872 la substituye y subordina bajo el término “*formación*”, utilizándola para referirse a una unidad fisionómica (Ribeiro & Walter, 2008), que puede estar compuesta por varias asociaciones vegetales que llegan a diferenciarse por su composición florística, pero que coinciden por su apariencia, sus condiciones estacionales, y sus formas de vida dominantes (Coutinho, 2006).

La fisionomía (o forma de vegetación) es considerada el pilar fundamental en la determinación de los tipos de vegetación, ya que para la clasificación de la vegetación en primer lugar se debe definir su forma (fisionomía), y posteriormente sus características ambientales y florísticas (Eiten, 1979; Collinson, 1988; Ribeiro & Walter, 2008), tales como su estructura (horizontal y vertical), las formas de vida dominantes (árboles, arbustos, hierbas, pastos, etc.) y periodicidad expresándose en deciduo, semideciduo y siempre verde (Eiten, 1979).

## ÁREA DE ESTUDIO

Los campos y sabanas del Cerrado en Bolivia están distribuidos en la región del *escudo precámbrico* o también denominado *escudo brasileño* (*Brazilian Shield region*) (Killeen, 1990; Beck *et al.*, 1993), la cual en Bolivia según Suárez (2001) estaría distribuido principalmente en el departamento de Santa Cruz, en las provincias Ángel Sandoval, Chiquitos, Guarayos, Ñuflo de Chávez y Velasco, y una pequeña porción en la provincia Itenez en el departamento del Beni (Figura 1B).

Fisiográficamente, la región del *escudo precámbrico* está compuesta por dos unidades, las cuales son: 1) *penillanura*, descrita tradicionalmente como unidad fisiográfica del *escudo brasileño* (Montes de Oca, 1995; Rafiqpoor & Ibsch, 2003), la cual corresponde a una llanura ondulada con variaciones altitudinales de entre los 150–500 m, y que está cubierta principalmente por sustratos lateríticos originados durante el mioceno (periodo del neógeno) a partir de rocas precámbricas (eras paleo-proterozoico, meso-proterozoico y neo-proterozoico), y donde es frecuente la aparición de afloramientos rocosos denominados “*inselbergs*” o popularmente conocidos como “*lajas*”, que son cúpulas de rocas de granito o de gneis. Así también, dentro de la *penillanura* se encuentran áreas dispersas con sustratos de origen cuaternario, los cuales cubrieron los sustratos precámbricos, principalmente en situaciones de valles (bajíos). Estos sustratos del cuaternario aparentemente ingresaron a través de los principales cursos hídricos, ya que ocupan áreas que se inundan estacionalmente producto del rebalse de los ríos; 2) *serranías y mesetas*, descrita tradicionalmente como unidad fisiográfica de *Serranías Chiquitanas* (Montes de Oca, 1995; Rafiqpoor & Ibsch, 2003), que corresponden a cadenas montañosas con orientación Noreste-Sureste, con laderas suaves a abruptas, y cimas amplias (mesetas) o afiladas, altitudinalmente varían entre los 600–1.200 m de altitud, geológicamente están constituidas por rocas de eras precámbricas (paleoproterozoico, mesoproterozoico, neoproterozoico), pero también por otras del periodo devónico, jurásico-cretácico y silúrico. En general, esta unidad representa las zonas más altas de todo el *escudo precámbrico*.

## MÉTODOS

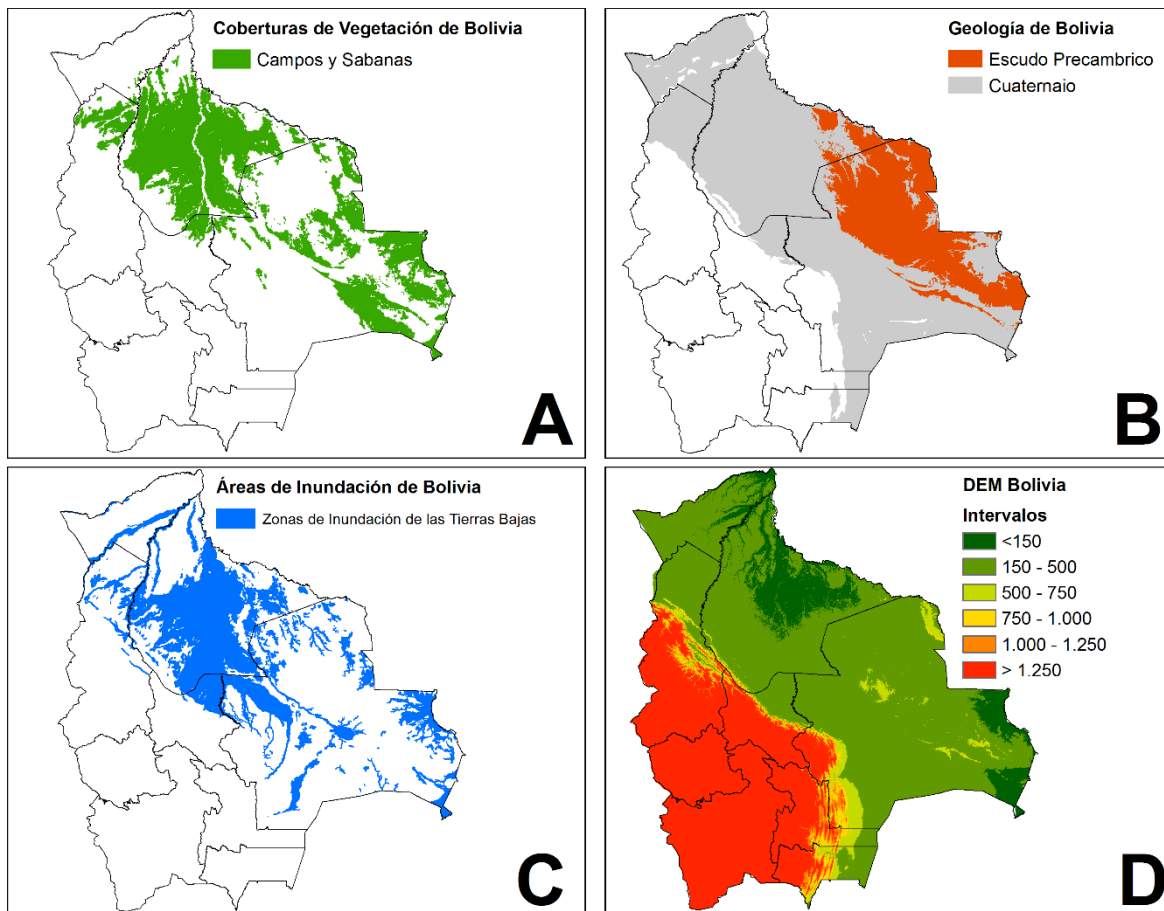
### Delimitación geográfica de los campos y sabanas del Cerrado

La distribución y límites de los campos y sabanas del Cerrado en Bolivia fue determinada a partir de la sobre posición del mapa de coberturas de vegetación de Bolivia (utilizando las coberturas de los campos y sabanas) propuestos por Servicio Nacional de Áreas Protegidas en el 2013 (Figura 1A), sobre tres factores ambientales considerados típicos y relevantes para distinguir el Cerrado (Eiten, 1978; Beck *et al.*, 1993; Navarro, 2002; Beck, 2015), tales

como la: 1) **geología** (Figura 1B), considerando la región del *escudo precámbrico*, donde dominan los sustratos correspondientes principalmente eras geológicas del precámbrico (Suárez, 2001); 2) **inundación** (Figura 1C), para identificar las regiones que se inundan por más de tres meses anualmente según los mapas de inundaciones del Sistema Único Nacional de Información de la Tierra (SUNIT); y 3) **elevación** (Figura 1D), considerando las regiones con altitudes por encima de los 150 m (Allem & Valls, 1987; Ibsch *et al.*, 2003), delimitado en base a los Modelos de Elevación Digital obtenidos a partir de las imágenes ASTER GDEM (<http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/>).

### Síntesis terminológica

Para la uniformización terminológica de las fisionomías de los campos y sabanas del Cerrado en Bolivia, realizamos una revisión y recopilación histórica de la bibliografía publicada referente a caracterizaciones botánicas y/o ecológicas que hayan sido elaboradas en la región del área de estudio.



**Figura 1.** Factores considerados para realizar la delimitación de los campos y sabanas del Cerrado en Bolivia. A= mapa de coberturas de campos y sabanas; B= mapa geológico; C= mapa de inundaciones; D= modelo de elevación digital.

Toda esta información fue sistematizada cronológicamente, y uniformizada bajo el sistema jerárquico y nomenclatural propuesto por Ribeiro & Walter (2008), cuya terminología

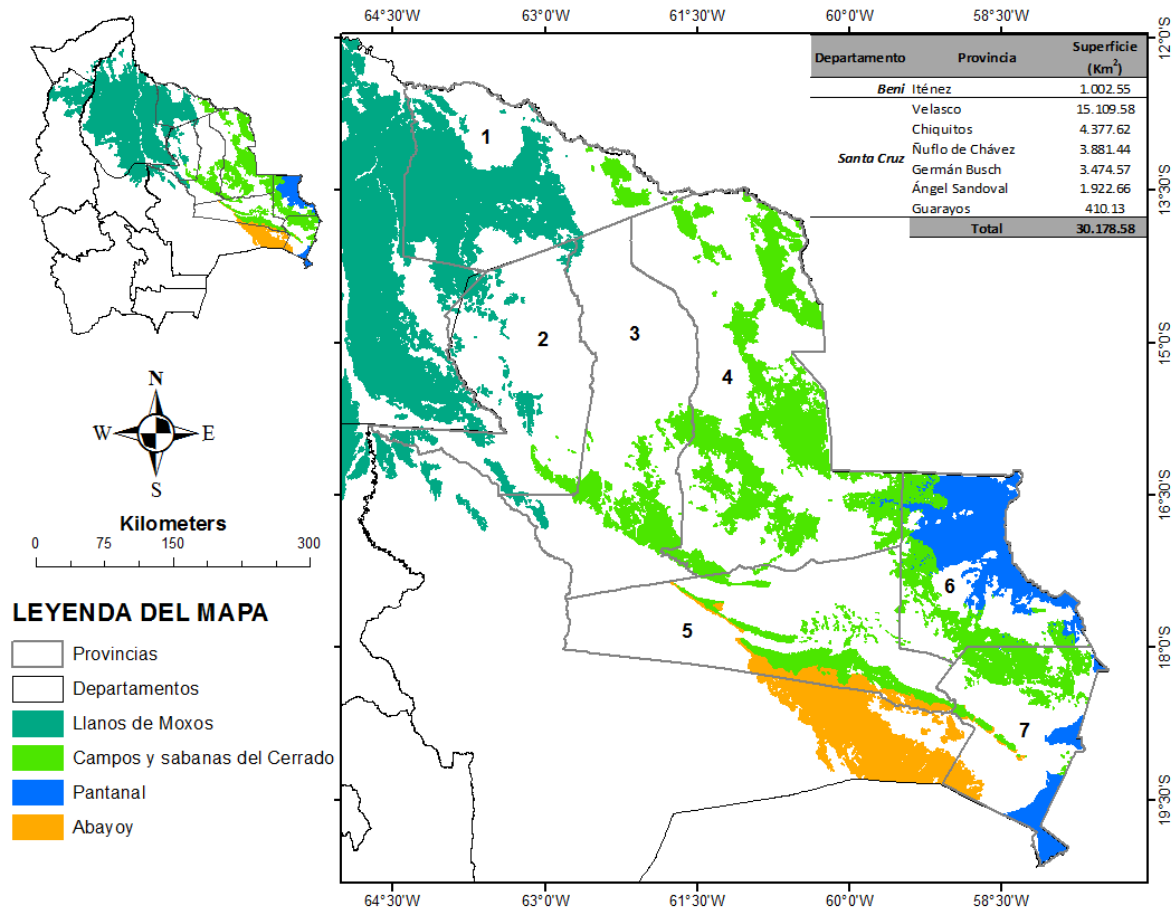
actualmente está consagrada y ampliamente aceptada a nivel internacional para el estudio de la vegetación del Cerrado.

Además, de los términos que proponemos para cada una de las fisionomías de los campos y sabanas del Cerrado para Bolivia en su idioma original (portugués), también indicamos sus equivalentes fisionómicos en español e inglés (utilizando el signo “=”) que podrán ser utilizados para otras fisionomías similares en Bolivia que no sean del Cerrado propiamente dichos. Estos equivalentes terminológicos fueron basados en las obras de Sarmiento (1983), Huber & Riina (1997), Furley (1999), y el criterio de los autores del presente trabajo. Así también, se indicó los nombres comunes de cada una de las fisionomías.

### **Caracterización fisionómica y ambiental**

Las características fisionómicas, florísticas y ecológicas de los campos y sabanas del Cerrado para Bolivia fue realizada principalmente en base a la información obtenida mediante el proyecto “*Diversidad de los Cerrados del Oriente Boliviano - Darwin Initiative Project 16-004*”, que realizó exploraciones de campo en toda la región del área de estudio desde el 2007 y 2012, las exploraciones de campo realizadas por el proyecto “*Identificación de variedades, ecología y productividad de la almendra chiquitana*” (Mostacedo & Villarroel, 2015), así como de otras expediciones realizadas por los autores entre el 2013 y 2015. Todas estas características fueron complementadas mediante la consulta de bibliografía específica publicada sobre el Cerrado para Bolivia (Killeen, 1990; Killeen *et al.*, 1990; Killeen, 1991; Killeen & Hinz, 1992; Beck *et al.*, 1993; Navarro, 1995; Mostacedo & Killeen, 1997; Navarro, 1997; Killeen & Schulenberg, 1998; Navarro, 2002; Navarro & Ferreira, 2004; Navarro & Ferreira, 2007; Villarroel *et al.*, 2009; Villarroel *et al.*, 2010; Navarro, 2011; Beck, 2015) y Brasil (Ratter *et al.*, 1997; Furley, 1999; Oliveira Filho & Ratter, 2002; Ribeiro & Walter, 2008).

Las características geológicas y físico-químicas de los suelos de las diferentes fisionomías fueron basadas en los trabajos de Killeen & Hinz, (1992), Navarro (1995), Killeen & Schulenberg (1998), Suarez (2001), Navarro (2002), Navarro (2011) y Mostacedo & Villarroel (2015). Así también, se utilizaron los datos recabados por los proyectos *Tropical Biomes in Transition-TROBIT* ([www.geog.leeds.ac.uk/groups/trobit/index.html](http://www.geog.leeds.ac.uk/groups/trobit/index.html)) y *Rescuing the Biodiversity of the Cerro Mutún: A Basis for Generation the Conservation Measures for Bolivian Biodiversity* ([http://www.rufford.org/projects/daniel\\_villarroel\\_segarra](http://www.rufford.org/projects/daniel_villarroel_segarra)). Las designaciones de los tipos de suelos fue realizado utilizando el sistema de la WRB (FAO, 1998), También, se indicó sus respectivos equivalentes según el sistema de la EMBRAPA y el Sistema Americano.



**Figura 2.** Delimitación geográfica de los campos y sabanas del Cerrado en Bolivia. 1= Iténez; 2= Guarayos; 3= Ñuflo de Chávez; 4= Velasco; 5= Chiquitos; 6= Ángel Sandoval; 7= Germán Busch.

## RESULTADOS

### Delimitación geográfica

Con la sobreposición de los cuatro factores ambientales (Figura 1), determinamos que los campos y sabanas del Cerrado propiamente dichos en Bolivia están distribuidos principalmente en el departamento de Santa Cruz (ca. 28.766 km<sup>2</sup>) en la región geográfica denominada como “Chiquitania”, y con una pequeña porción en el departamento del Beni (ca. 1.003 km<sup>2</sup>), abarcando una superficie total de ca. 30.179 km<sup>2</sup> (Figura 2). La mayor extensión de campos y sabanas del Cerrado están localizadas en la provincia Velasco (ca. 15.110 km<sup>2</sup>), y la proporción más baja en Guarayos (ca. 410 km<sup>2</sup>).

La geología, grado de inundación y elevación, son factores relevantes y determinantes para separar los campos y sabanas del Cerrado propiamente dichos de fisionomías similares o regiones como el Pantanal y los Llanos de Moxos, ya que éstas dos últimas se desarrollan sobre sedimentos originados principalmente durante el cuaternario (Figura 1B), y regionalmente llegan a inundarse por más de tres meses anualmente (Figura 1C) producto de su bajo nivel altitudinal (<150 m; Figura 1D).



## Síntesis terminológica y sus características fisionómicas

Basados en 12 obras publicadas desde 1990 hasta 2015 (6 capítulos de libros; 4 artículos científicos; 2 documentos técnicos) recopilamos un total de 182 nombres que fueron aplicados para hacer referencia de una u otra manera a las diferentes fisionomías de los campos y sabanas que conforman el Cerrado. Estos 215 nombres fueron uniformizados bajo ocho tipos fisionómicos y nueve sub-fisionomías de acuerdo a la propuesta de Ribeiro & Walter (2008), todas en su idioma original. Estas fisionomías y sub-fisionomías fueron congregadas en cuatro grupos, siendo estas:

1. boscosa
  - 1.a. fisionomía de cerradão
2. sabánica
  - 2.a. fisionomía de cerrado *sensu stricto*
    - 2.a.i. sub-fisionomía de cerrado denso
    - 2.a.ii. sub-fisionomía de cerrado típico
    - 2.a.iii. sub-fisionomía de cerrado ralo
    - 2.a.iv. sub-fisionomía de cerrado rupestre
3. campestre
  - 3.a. fisionomía de campo limpo
    - 3.a.i. sub-fisionomía de campo limpo seco
    - 3.a.ii. sub-fisionomía de campo limpo húmedo
    - 3.a.iii. sub-fisionomía de campo limpo estacionalmente inundado
  - 3.b. fisionomía de campo sujo
    - 3.b.i. sub-fisionomía de campo sujo seco
    - 3.b.ii. sub-fisionomía de campo sujo húmedo
  - 3.c. fisionomía de campo rupestre
4. sabánico-campestre
  - 4.a. fisionomía de campo de murundus
  - 4.b. fisionomía de vereda
  - 4.c. fisionomía de palmeiral

A continuación describimos e ilustramos a cada una de estas fisionomías y subfisionomías, indicando primero su grupo fisionómico, seguido del término propuesto, el nombre equivalente en español e inglés, el nombre común, y todos los nombres previamente establecidos por otros autores en Bolivia.

### 1. Fisionomía boscosa

#### 1.a. cerradão

=bosque bajo; =savanna woodland

arboleda: chaparral: pampa-monte

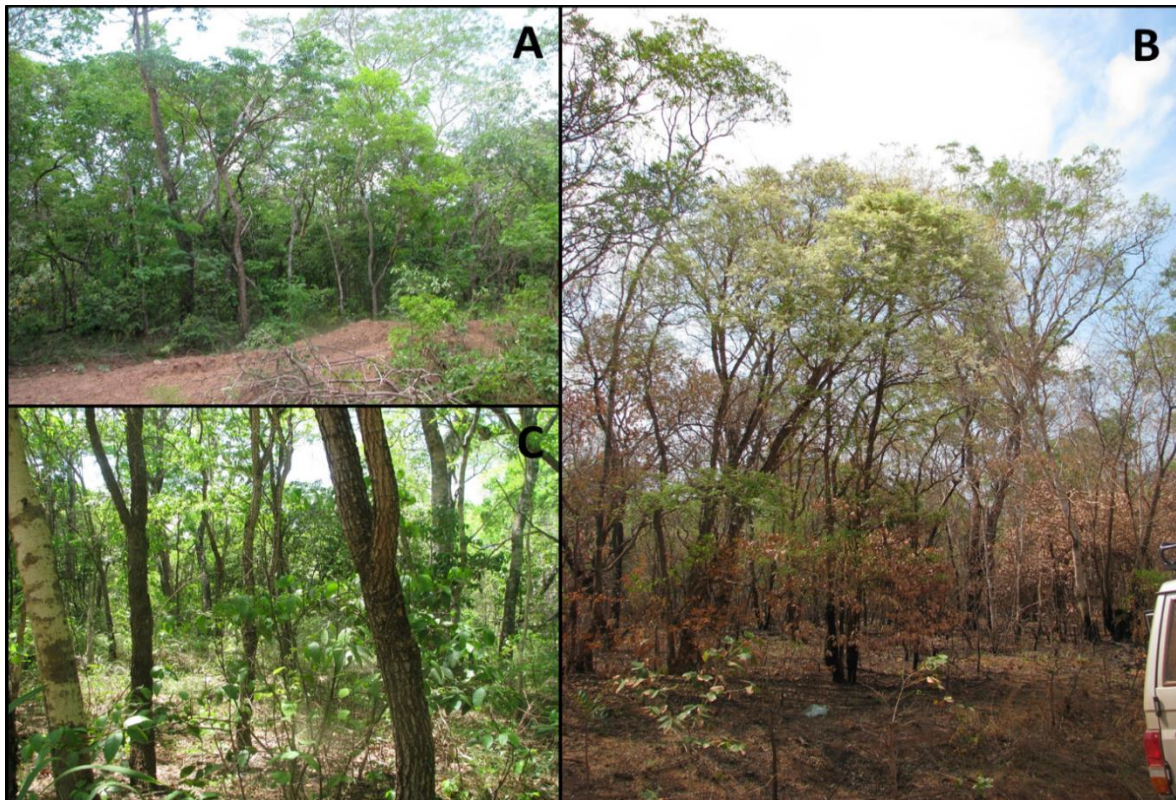
*seasonal forest* (Killeen, 1990; Killeen *et al.*, 1990); *cerradão* (Killeen & Hinz, 1992); *campos cerrados*: bosque bajo (cerradão) (Beck *et al.*, 1993); *bosque bajo pluviestacional esclerófilo* (arbolera, cerradão); *bosque bajos esclerófilos* (cerradão) (Navarro, 1995); *bosque decidual/cerradão/semideciduous forest*; *cerradão/matorral cerrado/closed woodland* (Killeen & Schulenberg, 1998); *cerrado chiquitano*: bosques bajos resistentes al fuego (cerradão, arbolera) (Ibsch *et al.*, 2003); *bosque bajo esclerófilo* (cerradão, chaparral, sclerophyllous woodland); *bosques bajos esclerófilos* (chaparrales) y *sabanas arboladas*: chaparrales esclerófilos (cerrado sclerophyllous woodland) (Navarro, 2002); *chaparrales esclerófilos sobre suelos bien drenados* (cerradão); *bosques bajos sobre suelos pedregosos, arenosos o rocosos* (pampa-monte) (Navarro & Ferreira, 2004); *chaparrales esclerófilos sobre serranías y mesetas*: cerradão, pampa-monte; *bosques*

*chiquitanos bajos sobre suelos pedregosos o arenosos (cerradão, pampa-monte) (Navarro & Ferreira, 2007); chaparrales esclerófilos sobre serranías y mesetas: facies de cerradão o pampa-monte; bosque chiquitano bajo sobre suelos pedregosos o arenosos (cerradão, pampa-monte); cerrado: bosques bajos y chaparrales esclerófilos (Navarro, 2011)*

Corresponde a la única fisionomía boscosa que forma parte del cerrado *sensu lato*. Son bosques semidecíduos o decíduos que están compuestos por árboles de porte bajo que generalmente forman un dosel casi continuo durante la época húmeda, con coberturas entre 50–90% (Figura 3A), y a veces alcanzando hasta un 100%. Durante la época seca, la cobertura baja drásticamente a entre 0–30% (Figura 3B). El dosel se distribuye entre los 8–12 m de altura, con árboles emergentes que alcanzan hasta poco más de los 15 m.

Se desarrolla sobre suelos profundos (en la *penillanura* >2 m de profundidad) a medianamente profundos (en laderas de *serranías* y *mesetas* <1.5 m de profundidad), siendo de tipo latosoles (=ferralsoles; =oxisoles), con textura franco arenoso, franco arcilloso o limoso, raras veces pedregosos. El pH es moderadamente ácido, y varían entre 5.0–5.5. La fertilidad es moderada (suelos mesotróficos), ya que se trata de suelos transicionales entre sabanas (cerrado *sensu stricto*) y bosques con suelos bien drenados.

La ocurrencia de quemas no es muy frecuente en comparación de las otras fisionomías del cerrado *sensu lato*, por lo que el fuste de los árboles generalmente son rectos y con ramificación apical. Sin embargo, cuando el cerradão está al borde de caminos, los incendios provocados pueden ocurrir (Figura 3B).



**Figura 3.** Fisionomía de cerradão. A= cerradão recién quemado durante el final de la época seca; B= cerradão durante la época húmeda; C= interior del cerradão con estrato herbáceo poco denso y bajo ingreso de luminosidad. Fotografías: A zona de Santiago de Chiquitos; B zona entre San Ignacio de Velasco y San José de Chiquitos; C zona de Lomerío.

Su composición florística está conformada por especies de fisionomías boscosas y sabánicas, entre las que destacamos por su frecuencia y amplia distribución a *Anadenanthera colubrina* (curupaú), *Aspidosperma cylindrocarpon* (jichiturqui), *Guazuma ulmifolia* (coquino), *Handroanthus impetiginosus* (tajibo morado), *Myracrodruon urundeuva* (cuchi), *Poincianella pluviosa* (momoqui), *Tabebuia roseoalba* (tajibo blanco) y *Trichillia elegans* como típicas del bosque, y *Astronium fraxinifolium* (pototó), *Aspidosperma tomentosum*, *Dipteryx alata* (almendra chiquitana), *Handroanthus ochraceus* (tajibo amarillo), *Hymenaea stigonocarpa* (paquiocillo), *Caryocar brasiliense*, *Curatella americana* (chaaco), *Lafoensia pacari*, *Magonia pubescens* (barbasco), *Plathymenia reticulata* (Arka), *Pseudobombax longiflorum* (perotó), *P. marginatum* (pequí), *Qualea grandiflora* (tinto negro), *Q. parviflora*, *Tabebuia aurea* (alcornoque) y *Terminalia argentea* (ichisojo) entre las especies de sabana. Así también, entre las especies casi exclusivas, pero ampliamente distribuidas dentro de esta fisionomía están *Alibertia edulis* (mermelada), *Buchenavia tetraphylla*, *Callisthene fasciculata* (tinto), *Dilodendron bipinnatum* (cuta blanca), *Physocalymma scaberrimum* (chaquillo), *Protium heptaphyllum* (isiga), *Vochysia haenkeana* (cambará) y *Xylopia aromatica*. La presencia de un estrato herbáceo es reducida (Figura 3C). De acuerdo con su ubicación latitudinal en Bolivia, el cerrado puede presentar algunas particularidades e influencia florística de las formaciones vegetales con las que entra en contacto, ya sea al norte con la Amazonía, y al sur con el Chaco.

En algunas regiones del Cerrado, especialmente en la *penillanura*, es frecuente encontrar en el cerrado zonas dominadas por *Guadua paniculata* (guapá), que son popularmente denominados como guapasales.

## 2. Fisionomías sabánicas

### 2.a. cerrado sensu stricto

=sabana arbolada; =woody savanna

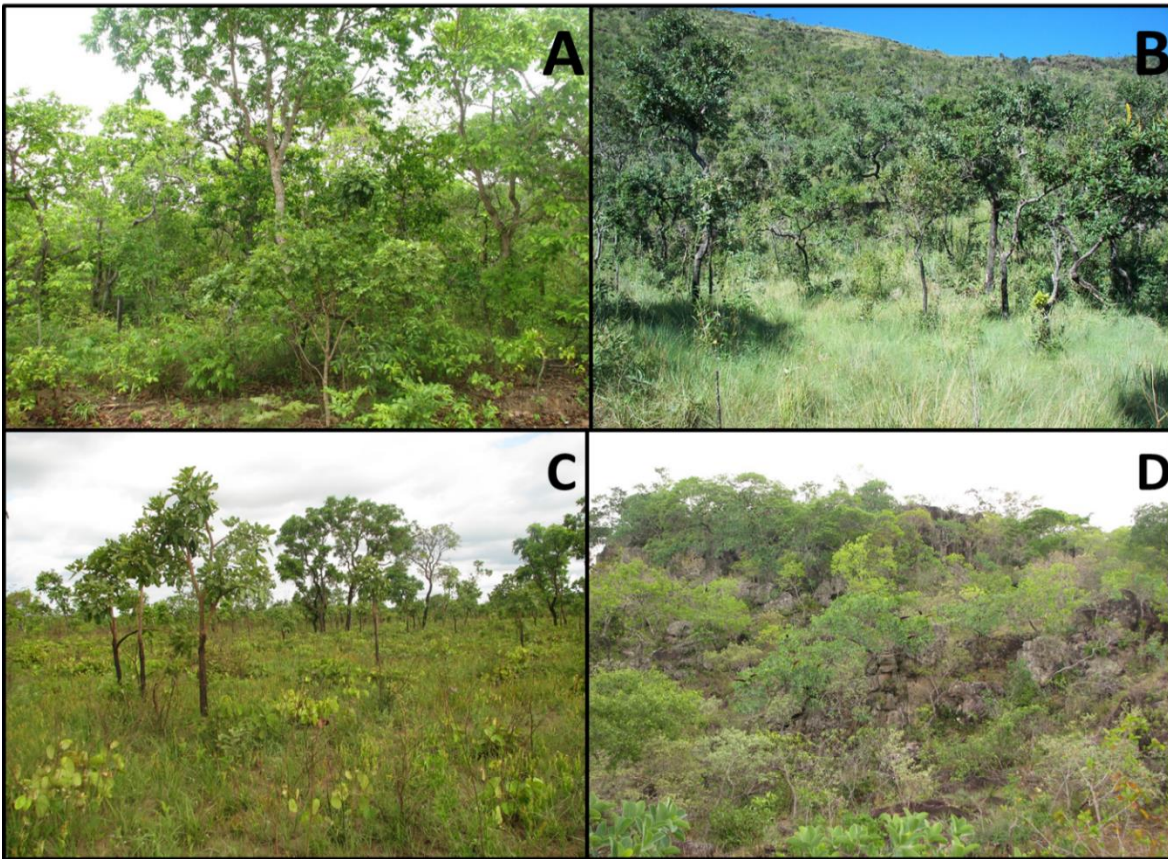
arboleda: chaparral: pampa arbolada

*campo cerrado* (Killeen, 1990; Killeen *et al.*, 1990); *cerrado s.s.* (Killeen & Hinz, 1992); *campos cerrados* (Beck *et al.*, 1993); *sabanas arboladas derivadas* (arbolera, cerrado); *sabana arbolada*; *sabana arbolada por fuego y ganado* (Navarro, 1995); *cerrado/matorral abierto/open woodland*; *campo cerrado*; *sabana arbolada de tierras altas/sabanas arboladas/shrub savanna* (Killeen & Schulenberg, 1998); *cerrado chiquitano: sabanas con árboles* (pampa arbolada), *cerrado montano* (cimas de las serranías) (Ibisch *et al.*, 2003); *bosque aclarado y sabana arbolada* (cerrado open woodland and arboreal savanna, cerrado, pampa); *bosques bajos esclerófilos* (chaparrales) y *sabanas arboladas del Cerrado: sabanas arboladas* (Navarro, 2002); *sabanas sobre suelos bien drenados* (cerrado) (Navarro & Ferreira, 2004); *chaparrales esclerófilos sobre serranías y mesetas: facies de cerrado ralo, facies de cerrado denso; chaparrales esclerófilos y sabanas arboladas sobre suelos bien drenados: bosques bajos con dosel semidenso* (cerrado denso, cerrado típico), *bosques bajos con dosel abierto* (cerrado ralo) (Navarro & Ferreira, 2007); *chaparrales esclerófilos sobre serranías y mesetas: facies de cerrado ralo, facies de cerrado denso; chaparrales esclerófilos y sabanas arboladas sobre suelos bien drenados: bosques bajos con dosel semidenso* (cerrado denso y cerrado típico), *bosque bajo con dosel abierto* (cerrado ralo); *cerrado: bosques bajos y chaparrales esclerófilos* (Navarro, 2011), *campos cerrados* (Beck, 2015)

Tanto en Bolivia como en Brasil, es la fisionomía más extensa y común de las que conforman el cerrado *sensu lato*. Está conformada por árboles y arbustos dispersos generalmente sobre un estrato gramíneo-herbáceo continuo. En función a la cobertura y abundancia de leñosas, y sustrato sobre el que se desarrolla, el cerrado *sensu stricto* es dividido en cuatro sub-fisionomías, siendo estas: **2.a.i.** cerrado denso (Figura 4A), **2.a.ii.** cerrado típico (Figura 4B), **2.a.iii.** cerrado ralo (Figura 4C) y **2.a.iv.** cerrado rupestre (Figura 4D).

El cerrado denso, cerrado típico y cerrado ralo se distinguen en función de la abundancia de árboles y arbustos (de mayor a menor, denso-típico-ralo), la cual está relacionada y regulada principalmente por la frecuencia de quemas ( $>$ frecuencia de quemas =  $<$ abundancia y cobertura leñosa), características edáficas (profundidad, pH, fertilidad, textura, drenaje), e intensidad de las actividades antrópicas (actividades ganaderas, extracción de árboles).

La periodicidad de estas sub-fisionomías es de tipo semidecidua, con dosel y cobertura que varían según el siguiente detalle: **2.a.i.** cerrado denso (Figura 4A), dosel entre 4–5 m de altura y emergentes hasta 8 m, con cobertura entre 50–70% durante la época húmeda, y menos del 30 % durante la época seca; **2.a.ii.** cerrado típico (Figura 4B), con dosel entre 3–4 de altura y emergentes de hasta 6 m, la cobertura varía entre 30–50% durante la época húmeda, y por debajo del 30% durante la época seca; y **2.a.iii.** cerrado ralo (Figura 4C), con árboles dispersos de 2–5 m de altura y no llegando a distinguirse claramente a los emergentes, su cobertura varía entre 5–30% durante la época húmeda, y hasta 0% en la época seca.

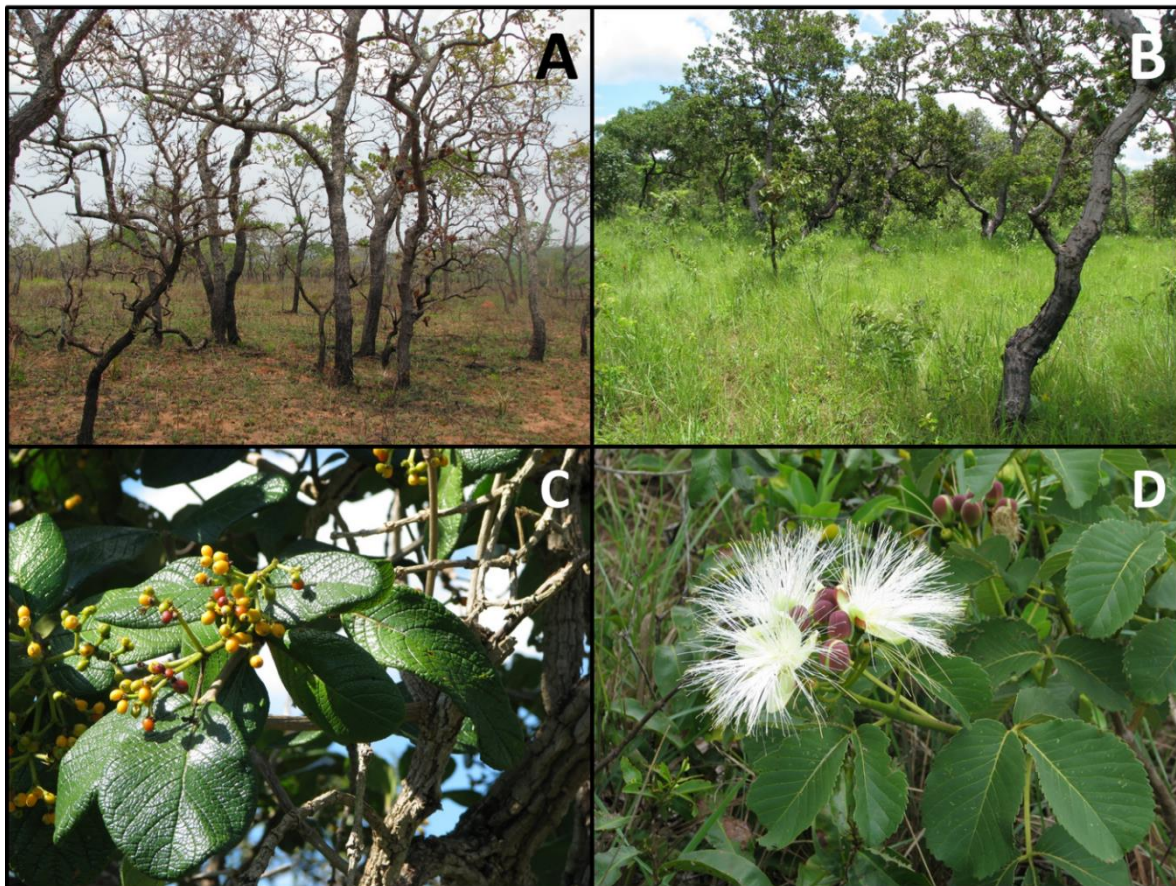


**Figura 4.** Sub-fisionomías del cerrado *sensu stricto*. A= cerrado denso en los alrededores de Concepción; B= cerrado típico en las laderas de la Serranía de Sunsas; C= cerrado ralo en los alrededores de Santiago de Chiquitos; D= cerrado rupestre en la cima de la meseta de Santiago de Chiquitos.

Estas tres sub-fisionomías se presentan en las *penillanuras* y laderas de *serranías* y *mesetas*. En la *penillanura* crecen sobre suelos profundos ( $>2$  m de profundidad) y

principalmente bien drenados, aunque existen algunas áreas de cerrado típico y cerrado ralo en la región Norte que se inundan esporádicamente producto del rebalse de los ríos.

Los suelos en la *penillanura* pueden ser de tipo acrisol (=ultisols; =argissolos), cambisol (=inceptisols; =cambissolo), ferrasol (=oxisols; =latossolo) o arenosol (=entisols; =neossolo), con texturas franco arenoso, franco arcilloso (frecuentemente con presencia de laterita meteorizada que le da un aspecto pedregoso) o franco limoso. En las laderas y cimas de *serranías* y *mesetas* crecen sobre suelos poco a medianamente profundos (<1.5 m de profundidad), siendo de tipos cambisol o arenosol, con textura arenosa, franco arcillosa o pedregosa. El pH registrado para estas tres sub-fisionomías del cerrado *sensu stricto* oscila entre 4.5–5.6, por lo que se consideran fuerte a moderadamente ácidos. La fertilidad de los suelos es baja (suelos distróficos; N entre 0.5–0.95), y por su contenido de Al son considerados tóxicos (2–3.7 cmol/dm<sup>3</sup>).



**Figura 5.** Características generales de la fisionomía del cerrado *sensu stricto*. A= áreas recientemente quemadas; B= árboles y arbustos con fustes inclinados y retorcidos sobre un estrato gramíneo-herbáceo continuo; C= *Rudgea viburnoides*, especie con hojas fuertemente coriáceas y corteza gruesa; D= *Caryocar brasiliensis*, especie con hojas semicoriáceas.

Las quemadas en estas tres sub-fisionomías son frecuentes (Figura 5A), por lo que los árboles y arbustos tienen un aspecto bastante peculiar, con fustes inclinados, tortuosos y bastantes ramificados (ramas irregulares y retorcidas) (Figura 5B), con evidencia de fuego sobre su

corteza (Figura 5B). Así también, la mayoría de las especies leñosas poseen hojas con textura coriácea a semi-coriácea (Figura 5C, 5D), por lo que algunos autores las denominan como esclerófilas.

Además de las especies de árboles y arbustos previamente citadas como especies típicas de sabana que ocurren dentro del cerrado, en el cerrado denso, cerrado típico y cerrado ralo se encuentran de forma frecuente a *Bowdichia virgilioides*, *Brosimum gaudichaudii* (mururé), *Byrsonima cydoniifolia*, *B. coccolobifolia*, *Casearia sylvestris*, *Davilla elliptica*, *Dimorphandra gardneriana*, *Erythroxylum daphnitens*, *E. suberosus*, *Eugenia dysenterica* (mochochó), *Himatanthus obovatus*, *Jacaranda cuspidifolia* (jacarandá), *Kielmeyera coriacea*, *Luehea paniculata*, *Machaerium acutifolium*, *Miconia albicans*, *Pouteria ramiflora*, *Qualea multiflora*, *Roupala montana* (carne de lata), *Simarouba versicolor* (amarguillo) y *Stryphnodendron obovatum* entre otras.

Por otro lado, el cerrado rupestre se diferencia contrastantemente de las anteriores tres sub-fisionomías, porque se desarrolla sobre sustratos rocosos (Figura 4D), y principalmente está restringido a cimas de *serranías* y *mesetas*, sobre suelos bien drenados, superficiales, de tipo arenosol o litosol (=lepsols; =neossolo litólico), y con textura arenosa o pedregosa. Para Bolivia no hemos encontrados ningún reporte sobre datos de pH y otras características químicas para los suelos de ésta sub-fisionomía que forma parte del cerrado *sensu stricto*.

A continuación citamos sus nombres equivalentes en español e inglés, seguido de los términos utilizados previamente por diversos autores:

=sabana rupestre; =rocky savanna

*campo rupestre* (Killeen, 1990; Killeen *et al.*, 1990; Killeen & Hinz, 1992); *campos cerrados: sabanas abiertas, campo rupestre* (Beck *et al.*, 1993); *vegetación saxícola: campo quartzítico dos afloramientos rocosos, campo rupestre* (Navarro, 1995); *campo rupestre; sabana abierta con lajas areniscas/sabanas abiertas con rocas/open savanna with rock fields* (Killeen & Schulenberg, 1998); *cerrado chiquitano: cerrado montano* (cimas de las serranías) (Ibisch *et al.*, 2003); *arbustales y matorrales saxícolas; sabanas edafoxerófilas: cerrado rupestre* (Navarro & Ferreira, 2004); *sabanas edafoxerófitas: cerrado rupestre* (Navarro & Ferreira, 2007); *matorrales saxícolas de colinas y serranías; arbustales y matorrales saxícolas (lajas): matorral saxícola; sabanas edafoxerófitas: cerrado rupestre* (Navarro, 2011).

Estructuralmente, el cerrado rupestre está conformado por árboles y arbustos de entre 1–3 m de altura, los cuales forman grupos dispersos en medio de un paisaje de dominio campestre (campo limpo, campo sujo). Estos grupos de árboles y arbustos se establecen principalmente en zonas con rocas fuertemente fisuradas (ideales para el ingreso de las raíces), o rocas con acumulación de sedimentos. Generalmente, esta sub-fisionomía no llega a ser afectada por las quemadas.

La composición florística del cerrado rupestre es bastante peculiar y específica, cambiando en función de la latitud, altitud y origen geológico del sustrato. Entre las especies leñosas observadas frecuentemente están *Aspidosperma cuspa*, *Callisthene hasslerii*, *Caryocar brasiliensis*, *Davilla elliptica*, *Miconia albicans*, *Norantea guianensis*, *Palicourea rigida*, *Pouteria ramiflora*, *Schefflera distractiflora* y *Terminalia fagifolia*, así como también especies de los géneros *Byrsonima*, *Chamaecrista*, *Gochnatia*, *Miconia*, *Mimosa* (grupo de especies arborescentes) y *Qualea*, entre otros.

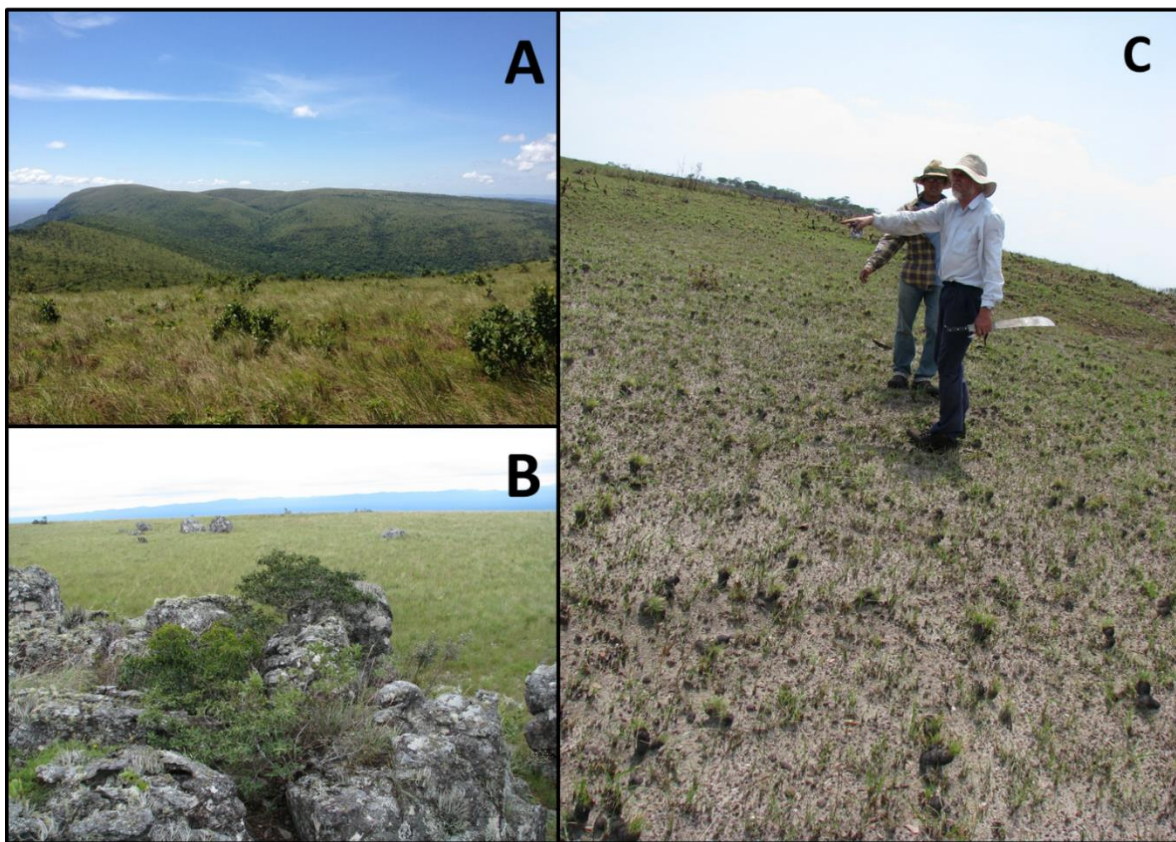
### 3. Fisionomías campestres

Dentro de este grupo se distinguen tres fisionomías y cinco sub-fisionomías. Las fisionomías se distinguen principalmente por la dominancia de las formas de vida que las conforman, y las sub-fisionomías pueden separarse por el tipo de sustrato sobre el que se desarrolla, las características de drenaje y su situación fisiográfica. Estas fisionomías y sub-fisionomías son:

#### 3.a. campo limpo

Es una fisionomía donde la forma de vida dominante corresponde a gramíneas, hierbas, y subarbustos, con rara presencia de arbustos, y ausencia total de árboles. El estrato gramíneo-herbáceo es continuo y de tamaño variable, la cual va de 0.5 a poco más de 1 m de altura.

De acuerdo a su localización fisiográfica y grado de drenaje de los suelos podemos distinguir tres sub-fisionomías de campo limpo, siendo estos: **3.a.i.** campo limpo seco, **3.a.ii.** campo limpo húmedo, y **3.a.iii.** campo limpo estacionalmente inundado, éstos dos últimos frecuentemente en Bolivia confundidos como si fuesen iguales.



**Figura 6.** Fisionomía de campo limpo seco. A= campo dominado por gramíneas con presencia de subarbustos; B= campo con algunos afloramientos rocosos dispersos; C= campo limpo seco después de sufrir una quema. Fotografías: A cima del Cerro Mutún; B y C en la meseta de Santiago de Chiquitos.

### 3.a.i. campo limpo seco =campo abierto seco; =dry open grassland pampa

*open grassland* (Killeen, 1990; Killeen *et al.*, 1990); *valley-side campos: upslope* (Killeen & Hinz, 1992); *campos cerrados: sabanas abiertas, campo limpo* (Beck *et al.*, 1993); *sabanas arboladas derivadas: campo limpo; sabanas higrófilas: sabana herbácea serial meso-xerófila, pampa herbácea, pampa xerófila* (Navarro, 1995); *campo limpo/sabana abierta de tierras altas/open well drained savanna; sabanas abiertas* (Killeen & Schulenberg, 1998); *cerrado chiquitano: sabanas abiertas, campo limpio, pampa* (Ibisch *et al.*, 2003); *sabanas herbáceas* (cerrado grassland savanna); *campo limpo, pampa* (Navarro, 2002); *chaparrales esclerófilos sobre serranías y mesetas: facies de campo limpo; chaparrales esclerófilos y sabanas arboladas de la Chiquitanía sobre suelos bien drenados: sabanas herbáceas* (campo limpo) (Navarro & Ferreira 2007; Navarro, 2011).

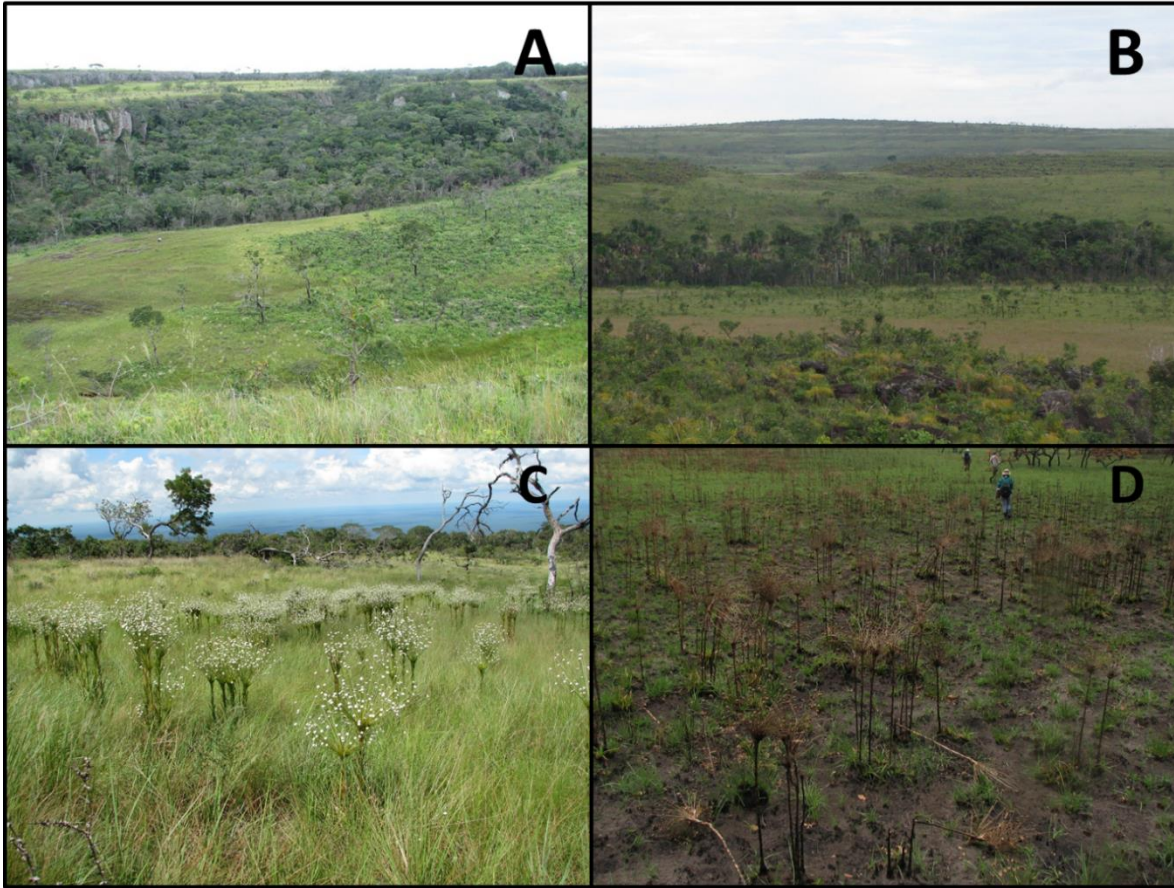
El campo limpo seco se encuentra principalmente en cimas de mesetas y serranías, siempre sobres superficies casi planas, con suelos bien drenados y algunos afloramientos rocosos abruptos bastantes dispersos y de pequeño porte (Figura 6A & B). La información sobre las características edáficas de esta fisionomía en Bolivia es escasa, pero por lo observado durante nuestras exploraciones de campo podemos indicar que son poco profundos, de tipo plintisol (=plintossolo), con textura franco arenosa o pedregosa. El estrato gramíneo-herbáceo se distribuye normalmente por debajo de 0.5 m, desapareciendo casi por completo después de una quema (Figura 6C).

### 3.a.ii. campo limpo úmido =campo limpio húmedo; wet open grassland pampa húmeda

*campo húmedo de tierras altas/humid savanna/sabana abierta estacionalmente anegada* (Killeen & Schulenberg, 1998); *campos cerrados: campo húmedo* (Beck, 2015).

Al igual que el campo limpo seco, el campo limpo úmido también se presenta en cimas de mesetas y serranías, pero en situaciones de relieve levemente inclinadas que terminan en pequeñas depresiones, o cursos de agua con bosques de galería (Figura 7A) o vegetación de vereda (Figura 7B). Los suelos sobre los que se desarrolla son de tipo litosol (=lepsols; =neossolo litólico) o plintisol (=plintossolo), y con texturas franco arenosa o algo pedregosos. En general son poco profundos, y debido a la situación topográfica en la que se desarrolla estos tienden a retener bastante humedad, pero no llegan a inundarse o anegarse, drástica o notoriamente. El estrato gramíneo-herbáceo alcanza normalmente hasta 0.7 m de altura, con especies herbáceas que emergen hasta más de 1 m durante su época reproductiva, como es el caso de *Paepalanthus* (Figura 7C). Generalmente ésta subfisionomía no se quema, pero cuando el periodo seco es bastante prolongado y drástico, y la precipitación anual fue baja, el fuego llega a afectarla (Figura 7D).





**Figura 7.** Fisionomía de campo limpio úmido. A= mosaico de fisionomías, iniciando con un cerrado ralo, pasando a campo limpio úmido y terminando con un bosque de galería; B= mosaico de fisionomías, iniciando con campo rupestre, pasando a campo limpio úmido, pasando a un campo sujo seco y volviendo a campo limpio úmido, para terminar en un área de vereda; C= campo limpio úmido con *Paepalanthus chiquitensis*; D= campo limpio úmido recientemente quemado con *Paepalanthus*. Fotografías A, C y D tomadas en Santiago de Chiquitos, y B en la meseta de Huanchaca.

### 3.a.iii. campo limpio estacionalmente inundado

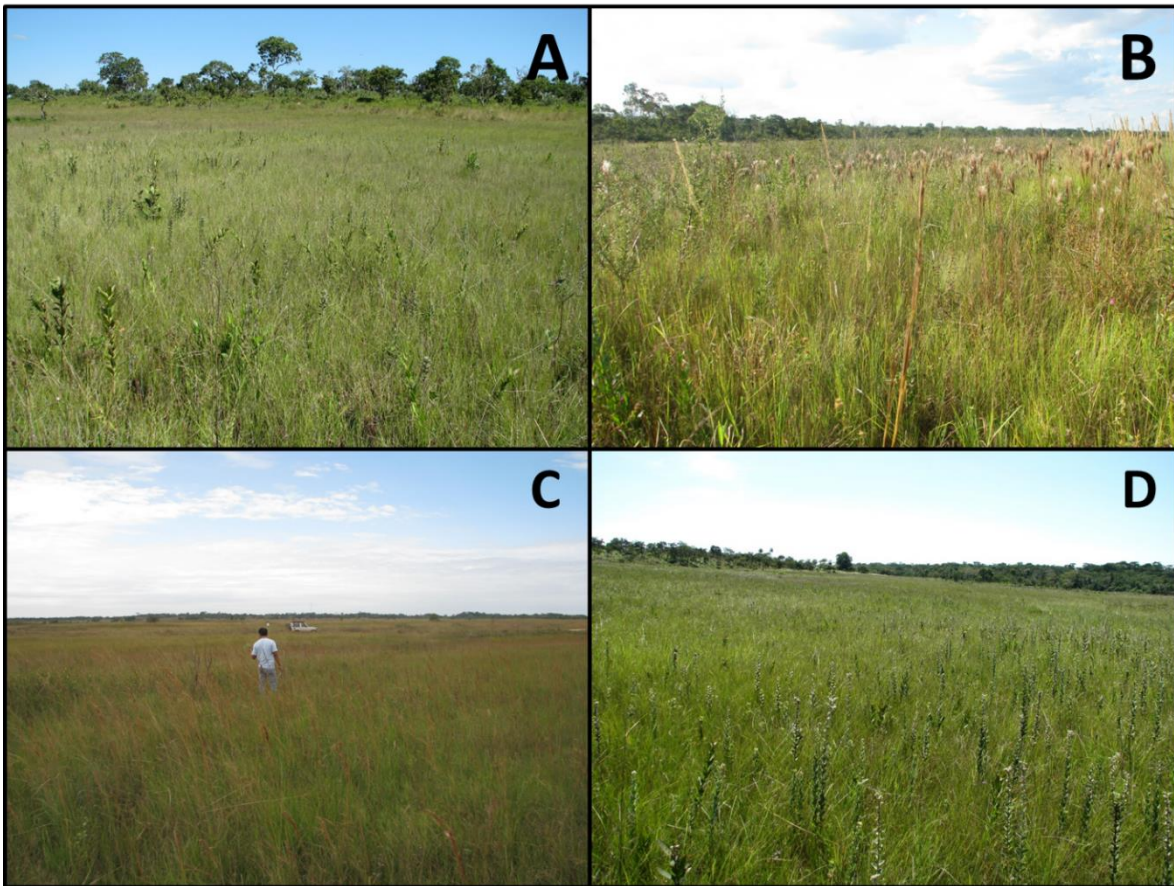
=campo limpio estacionalmente inundado; =seasonally flooded open grassland  
pampa aguada

*valley-side campos* (wet campos): midslope, downslope; *savanna wetland complex* (Killeen, 1990; Killeen *et al.*, 1990; Killeen & Hinz, 1992); *campos cerrados*: sabanas húmedas (Beck *et al.*, 1993); *sabanas higrófilas*: sabana herbácea estacionalmente húmeda, pampa herbácea estacionalmente húmeda, sabana herbácea higrófila, pampa herbácea higrófila (Navarro 1995); *sabana abierta inundada*; *open inundated savanna/pampa aguada/pampa abierta inundada* (Killeen & Schulenberg, 1998); *sabanas herbáceas higrófilas* (higrophilous herbaceous savanna): sabanas higrófilas oligotróficas estacionalmente muy húmedas, sabanas oligotróficas estacionalmente anegadas; *pampas herbáceas higrófilas* (Navarro, 2002); *sabanas herbáceas estacionalmente inundadas*; *sabanas herbáceas hidrofíticas e inundables* (Navarro & Ferreira, 2004); *herbazal pantanoso de la llanura aluvial*; *sabanas herbáceas inundables*: sabanas herbáceas oligotróficas higrófiticas, sabanas herbáceas oligotróficas inundadas estacionalmente (Navarro & Ferreira, 2007); *sabanas herbáceas inundables*: sabanas herbáceas oligotróficas higrófiticas, sabanas herbáceas oligotróficas inundables estacionalmente (Navarro, 2011).

La sub-fisionomía de campo limpio estacionalmente inundada se encuentra distribuida de forma dispersa en la *penillanura* del *escudo precámbrico* ocupando las zonas más bajas. La inundación que sufre esta fisionomía es periódica y puede ser de dos tipos, la primera

cuando las aguas proceden directamente de las lluvias locales (pluvial) y que se acumulan en las zonas más bajas (valles) de la llanura ondulada (Figura 8A, 8B, 8D), y la segunda cuando las aguas llegan producto del rebalse de ríos (Figura 8C) durante el periodo de aguas altas (fluvial). Esta última, es más común y extensa en las regiones de los Llanos de Moxos y el Pantanal. Esta sub-fisionomía se presenta sobre suelos profundos (>2 m de profundidad) de tipo gleysoles (=entisols; =gleissolo) o histosol (=histosols; =organossolos) en las llanuras onduladas, con textura franco arenosa en las laderas y franco limosa de aspecto lodoso y oscuro (materia orgánica fina) en el fondo del valle; y de tipo fluviosol (=entisols; =neossolo flúvico) en las planicies inundadas por el rebalse de los ríos. El pH oscila entre 4–4.5 en las laderas, y 5–5.5 en fondo del valle, por lo que pueden ser considerados moderada a fuertemente ácidos.

Las quemas del campo estacionalmente inundado ocurren durante la época seca, pero principalmente de manera inducida. El estrato gramíneo-herbáceo alcanza entre 1–1.5 m de altura cuando no se queman frecuentemente, y por debajo de 1 m cuando se quema anualmente.



**Figura 8.** Fisionomía de campo limpo estacionalmente inundado. A= estrato gramíneo-herbáceo donde se destaca la abundancia de la hierba *Ludwigia nervosa*; B= estrato gramíneo-herbáceo donde se destaca la abundancia de la gramínea *Schizachyrium condensatum*; C= estrato gramíneo-herbáceo donde se destaca la abundancia *Loudetia flammida*; D= estrato gramíneo-herbáceo donde se destaca la abundancia de *Vernonia* sp. Fotografías: A y B tomadas en los

alrededores de Concepción; C en la zona de San José de Campamento; D en los alrededores de San Ignacio.

La flora que posee cada una de estas tres sub-fisionomías es bastante específica, diferenciándose fuertemente entre una región y otra. Entre los géneros más frecuentes y ricos en especies que pueden encontrarse en las cimas de las *serranías* y *mesetas* tanto en ambientes secos y húmedos están *Axonopus*, *Bulbostylis*, *Cyperus*, *Eugenia*, *Hyptis*, *Ludwigia*, *Myrcia*, *Panicum*, *Polygala*, *Paspalum*, *Rhynchospora*, *Vernonia sensu lato* y *Xyris* entre otros. Así también, en las áreas húmedas se presentan diversos géneros y especies de las familias Asteraceae, Burmaniaceae, Cyperaceae, Eriocaulaceae, Iridaceae y Lentibulariaceae. En las *penillanuras* las especies más frecuentes son *Andropogon bicornis*, *Eriochrysis cayennensis*, *Imperata tenuis*, *Loudetia flammida*, *Loudetiopsis chrysothrix*, *Ludwigia nervosa*, *Rhynchospora globosa*, *Saccharum trinii*, *Schisachyrium condensatum* y *Xyris savannensis*.

### 3.b. campo sujo

Al igual que en el campo limpo, la forma de vida dominante en el campo sujo también corresponde a gramíneas, hierbas y subarbustos, pero ahora con la presencia frecuente de arbustos y algunos árboles de porte bajo (Figura 9A-D). El estrato gramíneo-herbáceo forma una capa continua que generalmente no supera los 1 m de altura, y estrato leñoso de árboles y arbustos se distribuye entre 1–2 m (Figura 9B-D). Los árboles se presentan de forma muy dispersa y en menor abundancia en comparación a los arbustos. En Bolivia el campo sujo puede dividirse en dos sub-fisionomías conforme su situación fisiográfica y drenaje de los suelos, siendo estos: **3.b.i.** campo sujo seco, y **3.b.ii.** campo sujo húmedo.

#### 3.b.i. campo sujo seco

=campo sucio (herbáceo-arbustivo) seco; = dry open shrubby grassland

##### pampa

*sabanas arboladas derivadas: campo sujo*; (Navarro, 1995); *campo sujo/sabanas arbustivas; campo cerrado/sabana arbolada de tierras altas/shrub savanna* (Killeen & Schulenberg, 1998); *sabanas herbáceas con arbustos (cerrado scrub-grassland savanna): campo sujo, pampa* (Navarro, 2002); *chaparrales esclerófilos sobre serranías y mesetas: facies de campo sujo; chaparrales esclerófilos y sabanas arboladas sobre suelos bien drenados: sabanas arbolado arbustivas muy abiertas, campo sujo* (Navarro & Ferreira, 2007; Navarro, 2011).

En la cima de las *mesetas* y *serranías* el campo sujo seco puede encontrarse creciendo en manchas, ocupando áreas de planicies y laderas suaves, generalmente en zonas de transición entre el campo limpo (húmedo o seco) y el cerrado *sensu stricto*, o intercalando con campo limpo húmedo (Figura 7A & B), así también ocupando áreas extensas y uniformes (Figura 9A). Los suelos sobre los que se desarrollan son bien drenados y medianamente profundos (<1 de profundidad), de tipo plintisol (=plintossolo), y con textura franco arenosa o pedregosa.

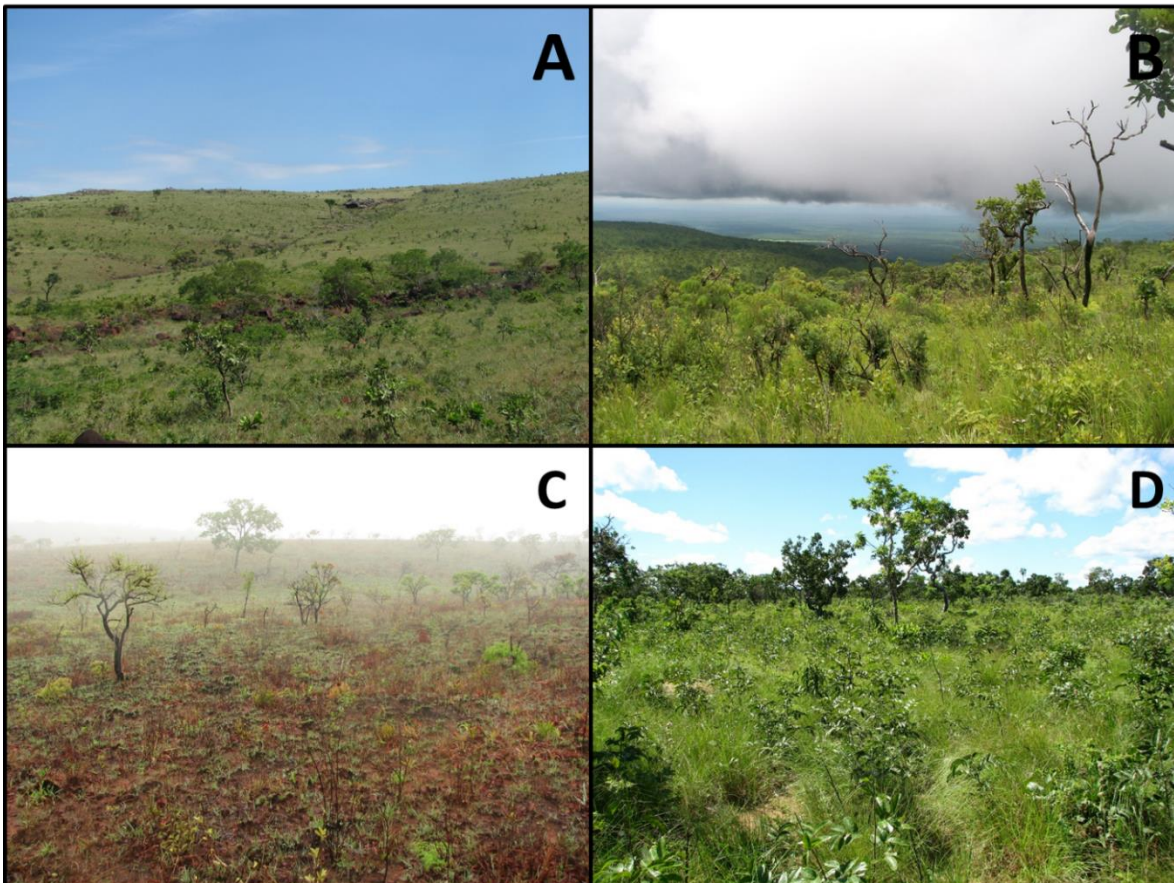
En las *penillanuras*, el campo sujo seco aparece en condiciones naturales en áreas entre el campo estacionalmente inundado y el cerrado *sensu stricto*, y por origen antrópico a partir de la degradación del cerrado *sensu stricto* producto de quemadas anuales (Figura 9C & D). Se presentan sobre suelos de tipo arenosol (=neossolo; =entisols), cambisol (=cambiossolo; =imceptisols) o ferrasol (=latossolo; =oxisols), con textura arenosa o franco arenosa, y pH de 4.5 (+/-).

### 3.b.ii. campo sujo úmido

=campo sucio (herbáceo-arbustivo) húmedo; wet open shrubby grassland  
pampa húmeda

*campo húmedo de tierras altas/humid savanna; campos húmedos/sabana abierta estacionalmente anegada* (Killeen & Schulenberg, 1998); *campos cerrados: campo húmedo* (Beck, 2015).

El campo sujo úmido aparece principalmente en la cima de *mesetas* y *serranías*, ocupando laderas suaves y extensas, donde los suelos son poco profundos, y la humedad perdura una buena parte del año (no tanto como en el campo limpo úmido), presentando un periodo seco que le permite el establecimiento y desarrollo de algunas pocas especies leñosas. Los suelos de ésta sub-fisionomía son similares a los del campo limpo úmido, fisionomía con la que se encuentran intercalando (Figura 7A & B).



**Figura 9.** Fisionomía de campo sujo. A= campo sujo seco, con presencia frecuente de arbustos y árboles bastante dispersos; B= campo sujo seco con mayor densidad de arbustos; C= campo sujo seco recientemente quemado; D= campo sujo seco que se quema anualmente. Fotografías: A cima del cerro Manamo; B cima del cerro Mutún; C alrededores de Santiago de Chiquitos; D camino entre San Ignacio de Velasco y San José de Chiquitos.

Florísticamente, el campo sujo está muy relacionada con el campo limpo a nivel del estrato gramíneo-herbáceo, y con el cerrado *sensu stricto* en el estrato arbóreo-arbustivo. Entre las familias más importantes dentro del campo sujo por su riqueza de especies y abundancia están Asteraceae, Cyperaceae, Fabaceae, Gesneriaceae, Melastomataceae y Poaceae. En la

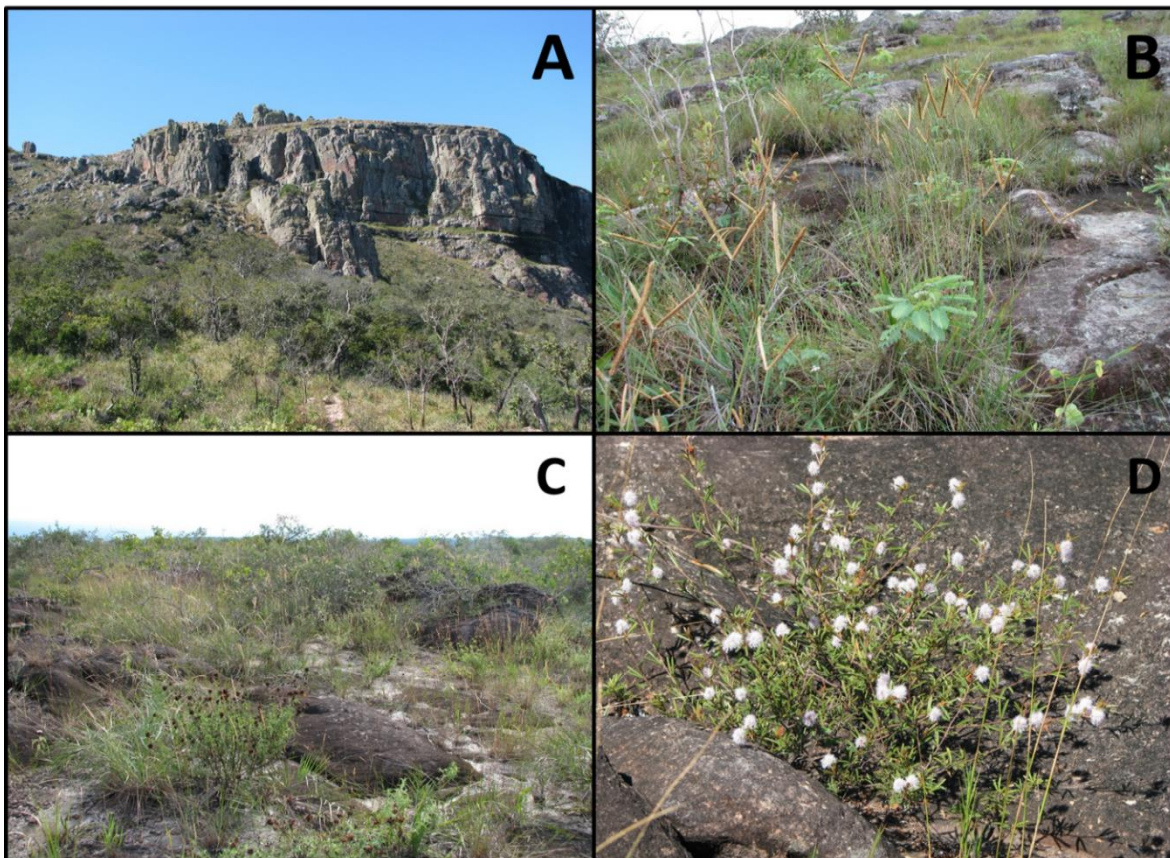
región de la *penillanura* la especie de pastos más frecuentes y abundantes son *Aristida succedanea*, *Axonopus chrysoblepharis*, *Elionurus muticus*, *Heteropogon contortus*, *Trachypogon spicatus*, *Panicum olyroides*, *P. quadriglume* y el género *Paspalum* entre otros.

### 3.c. campo rupestre

=campo rupestre; =rocky grasslands

*campo rupestre* (Killeen 1990; Killeen *et al.*, 1990; Killeen & Hinz 1992); *campos cerrados*: campo rupestre (Beck *et al.*, 1993); *vegetación saxícola*: campo rupestre; *vegetación saxícola de lajas y afloramientos rocosos* (Navarro 1995); *campo rupestre*: *sabana abierta con lajas areniscas*, *sabanas abiertas con rocas* (open savanna with rock fields); *afloramientos de arenisca*; *laja arenisca* (sandstone outcrop) (Killeen & Schulenberg 1998); *cerrado chiquitano*: *sabanas abiertas*, campo rupestre (Ibisch *et al.*, 2003); *vegetación saxícola del Cerrado* (Cerrado rock outcrops and cliffs vegetation): *vegetación de farallones rocosos* (rock-cliff vegetation) (Navarro 2002); *arbustales y matorrales saxícolas*; *arbustales saxícolas y campos rupestres*; *sabanas edafoxerófilas* (campo rupestre); *vegetación saxícola y campos rupestres* (Navarro & Ferreira 2004); *campos rupestres sobre serranías areniscosas*; *arbustales y matorrales saxícolas de la Chiquitania* (lajas): matorral saxícola; *sabanas edafoxerófitas de la Chiquitania* (campo rupestre) (Navarro & Ferreira 2007); *matorrales saxícolas de colinas y serranías*: campo rupestre sobre serranías areniscosas; *arbustales y matorrales saxícolas* (lajas): matorral saxícola; *sabanas edafoxerófitas* (campo rupestre) (Navarro 2011).

Corresponde a una fisionomía que aparece sobre afloramientos rocosos abruptos (arenisca o metamórficas) en la cima de *mesetas* y *serranías* (Figura 10A) por encima de los 600 m de altitud.



**Figura 10.** Fisionomía de campo rupestre. A= meseta de la zona del Órgano en la Serranía Chiquitana; B & C= gramíneas, hierbas y subarbutos creciendo en campo rupestre; D= *Mimosa jacobita*, especie endémica creciendo en medio de rocas. Fotografías: A - D tomadas en Santiago de Chiquitos.

Está compuesta principalmente por especies herbáceas y subarborescentes (Figura 10B), con una escasa presencia de árboles y arbustos. Forma un estrato herbáceo-subarborescente discontinuo y de altura variable, generalmente de entre 0.2–0.5 m. Las plantas en esta fisionomía crecen sobre suelos superficiales que se forman por la acumulación de sedimentos en pequeñas depresiones (Figura 10C), así como también introduciendo sus raíces en las fisuras o espacios entre rocas (Figura 10D), y/o directamente sobre la roca madre. Los suelos que se forman de estas rocas son de tipo leptosol (=neosolo litólico; =entisols), con textura arenosa o pedregosa, con piedras de diversos tamaños dependiendo de estado de meteorización de la roca. El campo rupestre está en contacto con otras fisionomías como el campo limpo, campo sujo y cerrado rupestre, con la cual comparte varias especies, pero que se diferencia claramente.

Florísticamente, el campo rupestre posee un conjunto de especies bastante particular y que difiere de una región a otra, e incluso dentro una misma región varía de acuerdo al tipo de roca madre y distancia de separación. Entre las familias más diversas y/o abundantes de esta fisionomía en Bolivia están Asteraceae, Bromeliaceae, Cyperaceae, Eriocaulaceae, Fabaceae, Iridaceae, Melastomataceae, Poaceae, y Velloziaceae.

Tanto en Bolivia como en Brasil, los campos rupestres son consideradas como la fisionomía con mayor presencia de endemismo y plantas raras, esto debido a que las condiciones ambientales sobre las que crecen (altitud, limitantes edáficas, déficit hídrico, altas temperaturas durante el día, baja temperatura durante la noche, mayor radiación solar) han exigido que los organismos respondan ante cada una de estas de formas diferentes, elevando así sus tasas de diversificación taxonómica.

#### 4. Fisionomías sabánico-campestre

##### 4.a. campo de murundus

=sabana parque; savanna parkland

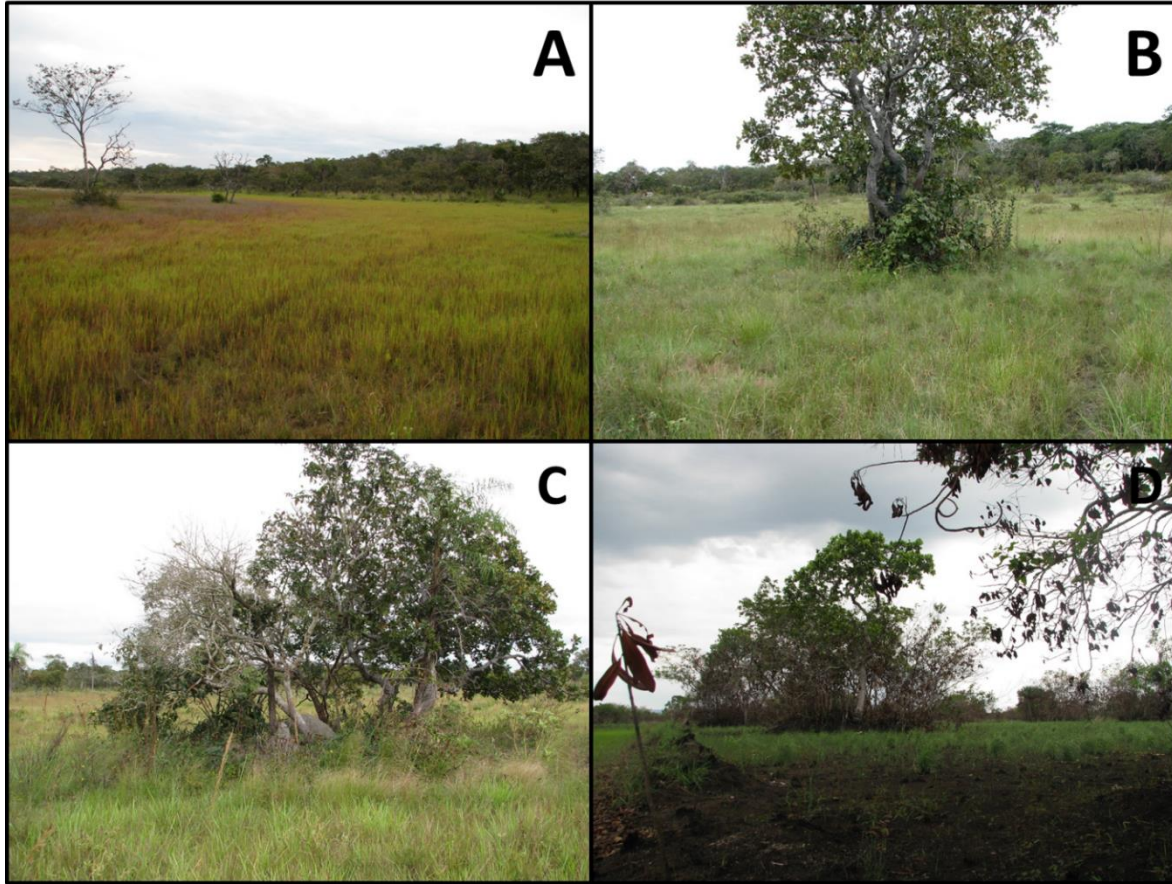
pampa termitero

*savanna wetland complex* (Killeen, 1990; Killeen *et al.*, 1990; Killeen & Hinz, 1992); *pampa termitero/sabana arbustiva inundada/inundated savanna with termite mounds* (Killeen & Schulenberg, 1998); *chaparrales y sabanas arboladas estacionalmente anegadas* (seasonally flooded arboreal savanna) (Navarro, 2002); *sabanas higrofiticas con montículos; sabanas sobre suelos mal drenados* (cerrado) (Navarro & Ferreira, 2004); *sabanas hidrofiticas con montículos* (pampas-termitero, campo do murundus); *sabanas arboladas y arbustivas sobre suelos anegables* (Navarro & Ferreira, 2007); *sabanas arbolado-arbustivas anegables; sabanas hidrofiticas con montículos* (pampas-termitero, campo do murundus); pampas-termitero estacionalmente encharcadas (Navarro, 2011).

Es una fisionomía bastante particular debido a que forma un paisaje dominado por campo estacionalmente inundado pero con la presencia de árboles y arbustos agrupados sobre elevaciones producidas por termiteros (Figura 11). La elevación del terrero y cantidad de termiteros varía bastante en función a la profundidad y tiempo de inundación de los campos.

Las variaciones de elevación de las plataformas que forman los termiteros varían de 0.5–1.5 m, con radios que alcanzan entre 0.5–4 m. El radio de las plataformas varía de acuerdo a la cantidad de termiteros que la conforman (1–3 termiteros), el grado de erosión por el que están atravesando los termiteros, y el tiempo de desarrollo de la vegetación sobre las plataformas.

En la región Norte del Cerrado (Parque Noel Kempff) se han registrado entre 52–56 termiteros por hectárea, lo cual representa aproximadamente el 15% de superficie del terreno (Killeen & Schulenberg, 1998). Sin embargo, en los alrededores de Santa Rosa de la Roca hemos observado cantidades menores (10–30).



**Figura 11.** Fisionomía de los campos de murundus. A= campos inundados estacionalmente con presencia de termiteros en proceso de colonización por especies leñosas; B= agrupamiento de árboles sobre un solo termitero; C= agrupamiento de árboles sobre una plataforma de tres termiteros; D= áreas de campos de murundus recientemente quemada.

Las especies de árboles y arbustos que están agrupados en las plataformas de los termiteros están conformadas por especies semidecíduas, con árboles que alcanzan entre 2–8 m de altura. Los suelos sobre el que se forman las plataformas son de tipo franco limoso (Figura 12A) o franco arcilloso (Figura 12B), lo cual depende de los horizontes inferiores, ya que los termiteros son formados producto de la remoción de dichos sedimentos.

La ocurrencia de quemadas en los campos de murundus no es muy frecuente, especialmente en áreas con campos que se inundan por periodos más prolongados y mantienen una alta humedad de los suelos. Sin embargo, en campos que sufren cortos periodos de inundación y en épocas extremadamente secas, estas áreas son quemadas (Figura 11D), como parte del manejo de pasturas.



**Figura 12.** Termiteros formados por dos tipos de suelos. A= suelos franco limosos; B= suelos franco arcillosos.

La composición de especies leñosas que se desarrollan sobre las plataformas es una mezcla de elementos florísticos típicos del cerrado *sensu stricto* y especies de formaciones vegetales circundantes al Cerrado (Amazonía al Norte, Chaco al Sur). Entre las especies más frecuentes y comunes que se establecen sobre las plataformas están *Acrocomia aculeata* (totaí), *Alibertia edulis* (mermelada), *Astronium fraxinifolium* (pototó), *Brosimum gaudichaudii* (mururé), *Byrsonima cydoniifolia*, *Curatella americana* (chaaco), *Genipa americana* (bí), *Jacaranda cuspidifolia* (jacarandá), *Machaerium hirtum* (tusequi), *Magonia pubescens* (barbasco), *Tabebuia aurea* (alcornoque), *Rhamnidium elaeocaropum* (tureré) y *Qualea grandiflora* (tinto negro). Cuando la plataforma es mayor a 1 m de radio, es común encontrar en el estrato herbáceo la palmera acaule *Allagoptera leucocalyx* (motacuchí) y *Bromelia* spp. (garabata).

Las características florísticas y ambientales de los campos son las mismas que describimos previamente para el campo limpo úmido y campo estacionalmente inundado a excepción de la presencia de termiteros.

#### 4.b. vereda & 4.c. Palmeiral

=palmares; = palm swamp

palmares

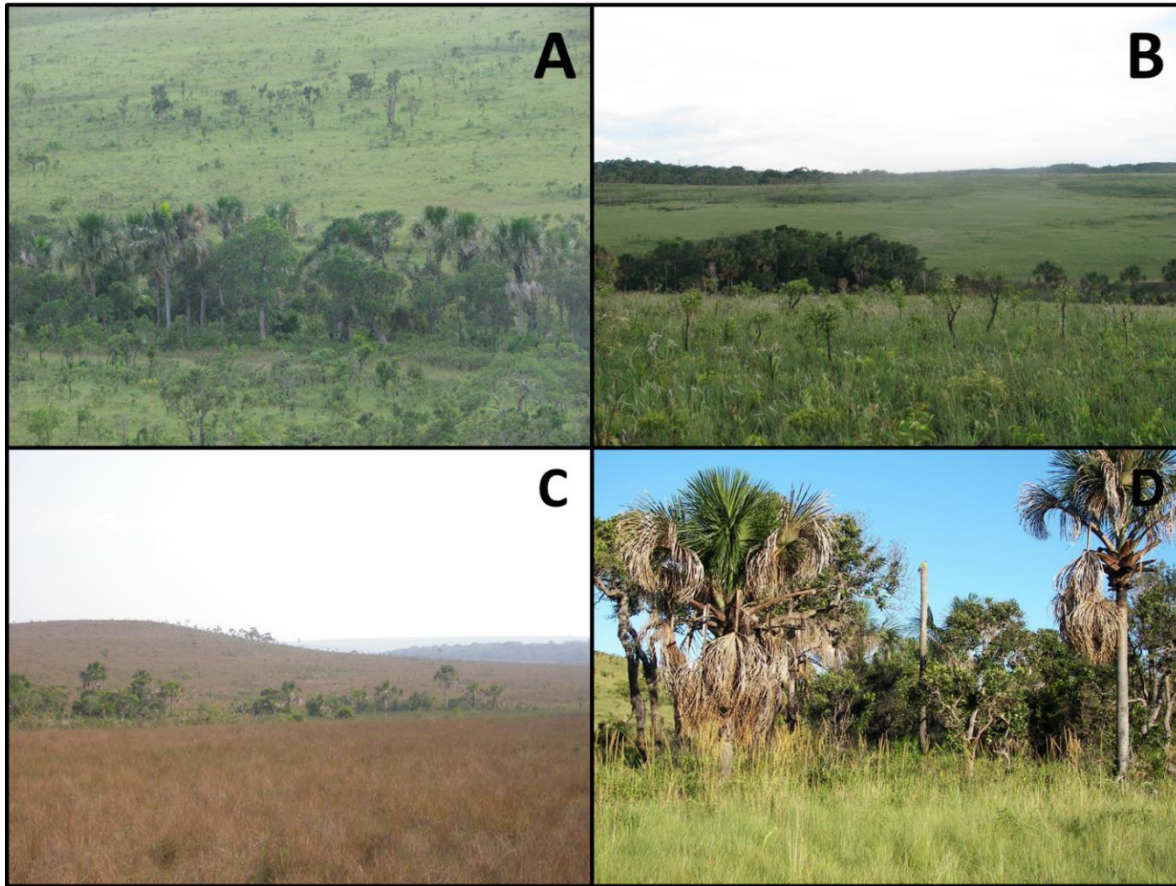
*pantanos de palmares/palm swamp* (Killeen & Schulenberg, 1998); *palmares inundados por aguas negras* (black-water palm-swamp) (Navarro, 2002); *palmares de aguas negras* (Navarro & Ferreira, 2004); *palmares de aguas negras estancadas*; *palmares inundables* (Navarro & Ferreira, 2007); *palmares de aguas negras*; *palmar* (Navarro, 2011).

Estas dos fisionomías se desarrollan en zonas con depresiones topográficas suaves, donde los suelos son bastantes húmedos y el nivel freático es alto. Ambas fisionomías tienen en común a *Mauritia flexuosa* (palma real), que corresponde a una especie de palmera que se presenta como la más característica y sobresaliente. Sin embargo, tanto los palmares y la vereda se puede distinguir claramente una de otra por sus características estructurales y ambientales.

La vegetación de vereda en el Cerrado de Bolivia hasta ahora solo la hemos registrado en la meseta de Huanchaca, donde se presentan en zonas con topografía ondulada, con laderas suaves cubiertas por campo limpo úmido y/o campo sujo úmido, terminando siempre en



cursos de agua en el fondo, donde se presenta la vegetación leñosa asociada a *Mauritia flexuosa* (Figura 13). Los elementos arbóreo-arbustivos forman una comunidad bastante densa, alcanzando un dosel continuo o discontinuo de entre 2–5 m. La especie emergente más frecuente es *Mauritia flexuosa*, la cual alcanza alturas entre 8–15 m. La humedad de los suelos en los campos y la vegetación leñosa que conforman las veredas es permanente a lo largo del año, y se debe a la superficialidad de la napa freática, la cual es más elevada durante la época de lluvias. Tanto los campos como la vegetación leñosa no llegan a inundarse, pero a veces las zonas de vegetación leñosa se inundan por un breve periodo de tiempo producto del rebalse de los cursos de agua.



**Figura 13.** Vegetación de vereda. A= vereda rodeada por campo sujo úmido; B= vegetación de vereda al lado de un bosque de galería; C= campo limpio úmido con vegetación de vereda; D= comunidades leñosas de la vegetación de vereda. Fotografías tomadas en la meseta de Huanchaca.

Por otro lado, los palmares se distribuyen en la *penillanura*, en áreas cubiertas principalmente de campos estacionalmente inundados, donde llega a resaltar notoriamente los agrupamientos de *Mauritia flexuosa*, las cuales se asocian en menor o mayor proporción con otras especies leñosas pero no llegando a formar un dosel continuo. A diferencia de las veredas, los palmares se inundan prolongadamente a lo largo del año, esto producto del rebalse de los ríos de gran porte (aguas fluviales) y/o por el estancamiento del agua de las lluvias (aguas pluviales). La densidad de leñosas en los palmares está asociada directamente al grado y tiempo de inundación, ya que a menor grado de inundación, mayor

será la densidad de leñosas. Al igual que en las veredas, *Mauritia flexuosa* llega a alcanzar alturas entre los 8–15 m, con árboles y arbustos dispersos que pueden alcanzar alturas de entre 1–6 m de altura, formando un dosel continuo o discontinuo.

Tanto en los palmares como en las veredas, las áreas donde se concentran las poblaciones de *Mauritia flexuosa* y las leñosas (zonas más bajas) son considerados pantanosos, ya que son suelos blandos y de color negro de tipo histosol (=organossoles; =histosols), presentando una gran cantidad de materia orgánica.

La información florística de estas dos fisionomías es bastante escasa. Basados en nuestras observaciones y colecciones de campo podemos destacar entre las especies arbóreas y arbustivas más frecuentes en las áreas con *Mauritia flexuosa*, tanto en las veredas como en los palmares están principalmente *Calophyllum brasiliense* (palo María), *Ilex affinis*, *Myrsine umbellata*, *Richeria grandis*, *Siparuna guianensis*, *Tabebuia insignis* y *Tapirira guianensis*, además de especies de los géneros *Alchornea*, *Cecropia*, *Leandra*, *Miconia* y *Rapanea*, entre otros.

## DISCUSIÓN

### Delimitación geográfica

Los límites y superficies que determinamos están parcialmente sobrepuestos a los establecidos en Bolivia previamente por Beck *et al.* (1993), Ibisch *et al.* (2003), y Beck (2015), quienes adoptaron criterios principalmente eco-paisajísticos para su delimitación. Sin embargo, a diferencia de estos autores, nosotros incluimos dentro de los límites del Cerrado a los campos y sabanas localizadas entre la meseta de Huanchaca y el denominado planalto Chiquitano (Navarro, 2002; Navarro, 2011), las cuales previamente fueron clasificadas de diversas formas, como por ejemplo, sabanas húmedas (Beck *et al.*, 1993), sabanas inundables del Pantanal, sabanas inundables de los llanos de Moxos (Ibisch *et al.*, 2003), y/o sabanas benianas del Sur (Beck, 2015).

Otra de las zonas que incluimos como parte del Cerrado es la serranía de San Simón y sus alrededores. Ésta zona que se ubica al Este de la provincia Itenez (Beni) fue considerada por Ibisch *et al.* (2003) como parte de las sabanas inundables de los llanos de Moxos, y actualmente está clasificada por Beck (2015) como una zona de bosque húmedo.

Sin embargo, descripciones florísticas y ecológicas puntuales de estas dos zonas (Mostacedo & Killeen, 1997; Killeen & Schulenberg, 1998; Navarro, 2002; Navarro & Ferreira, 2004; Navarro & Ferreira, 2007; Navarro, 2011), las han definido principalmente como zonas de cerrados, estando conformada por campos y sabanas con suelos bien drenados a estacionalmente inundados, lo cual estaría ratificando los resultados que hemos obtenido.

Pese a que el Abayoy, o también denominada como cerrado chaqueño, el cerrado beniano, el cerrado paceño, el cerrado del preandino, y el cerrado del subandino (Ibisch *et al.*, 2003; Navarro & Ferreira, 2004; Navarro & Ferreira, 2007; Navarro, 2011) son regiones que poseen fisionomías con flora afín a los campos y sabanas del Cerrado propiamente dichos, éstas no deben ser consideradas tal, ya que están inmersas dentro de otros dominios o

regiones fitogeográficas, las cuales poseen características fisiográficas, geológicas, históricas y evolutivas diferentes, tal como hemos demostrado en este estudio, por lo que fueron excluidas de los límites que proponemos. Situación similar fue planteada por Ratter *et al.* (1997) y Ratter *et al.* (2003) en Brasil, quienes reconocen la existencia de áreas de sabanas con flora y fisionomías similares a las del Cerrado inmersas dentro de la Amazonía, pero que a pesar de tener esta gran afinidad, terminaron siendo denominadas como sabanas amazónicas (Amazonian savannas).

La exagerada utilización del término “cerrado” para la designación de fisionomías o comunidades vegetales fuera del área de distribución real que definimos en este estudio, puede traer serias consecuencias para la conservación, tanto para el Cerrado propiamente dicho, como para los dominios o regiones fitogeográficas en donde estas fisionomías afines están inmersas. Por ejemplo, de aceptar el denominado “cerrado beniano” (Ibisch *et al.*, 2003) o las diversas comunidades de cerrados del Beni Norte (Navarro, 2002; Navarro & Ferreira, 2004; Navarro, 2011), se estaría aminorando drásticamente la biodiversidad de los Llanos de Moxos, o actualmente denominado como “*Beni savanna*”, la cual es considerada endémica de Bolivia (Sarmiento, 1983; Huber, 1987; Dixon *et al.*, 2014), ya que lógicamente todos sus atributos biológicos deberán ser sumados al Cerrado propiamente dicho, causando un fuerte impacto en ambas regiones. Para el Cerrado, porque aumenta su superficie total y no incrementaría significativamente su biodiversidad, y para los Llanos de Moxos porque se estaría disminuyendo drásticamente su superficie y biodiversidad.

Situación similar ocurriría si aceptamos los denominados cerrado paceño, cerrado chaqueño (Ibisch *et al.*, 2003), campos cerrados (campos y sabanas de Santa Cruz de la Sierra) (Beck, 2015) o cerrado del preandino (Navarro & Ferreira, 2004), y el cerrado del subandino Sur (Navarro, 2002; Navarro & Ferreira, 2004; Navarro, 2011).

### Síntesis terminológica

A lo largo de 16 años (2000–2015) de historia de estudios de los campos y sabanas del Cerrado en Bolivia fueron creados una alarmante cantidad de nombres, los cuales en muchos casos son una interpretación errada de los términos fisionómicos utilizados para el Cerrado en Brasil por autores como Ribeiro & Walter (1998), Furley (1999), Oliveira Filho & Ratter (2002), y Ribeiro & Walter (2008). Así también, es necesario destacar que, si bien los campos y sabanas del Cerrado son fisionómicamente similares a las de otras regiones en el neotrópico, la terminología adoptada para referirse a éstas es propia del Cerrado (Walter 2006) y actualmente es ampliamente utilizada y aceptada internacionalmente.

Uno de los primeros autores en pretender implementar en Bolivia los términos fisionómicos propios del Cerrado fue Killeen (Killeen, 1990; Killeen & Hinz, 1991; Killeen & Nee, 1991; Killeen & Schulenberg, 1998), aunque con pocas especificaciones y caracterizaciones de los atributos de cada una de éstas, lo cual posiblemente fue lo que no permitió continuar con su utilización en estudios posteriores.

Subsiguientemente, Navarro (Navarro, 1995; Navarro, 2002; Navarro & Ferreira, 2004; Navarro & Ferreira, 2007; Navarro, 2011) al contrario de Killeen, realizó la clasificación de los campos y sabanas del Cerrado en Bolivia utilizando caracterizaciones florísticas y

ecológicas que ayudaron a diferenciarlas relativamente unas de otras. Sin embargo, también creó una alta cantidad de términos para referirse a cada una de éstas, mezclando términos técnicos y populares, y adoptando conceptos similares para “campo” y “sabana”. Así también, de acuerdo a la recopilación bibliográfica, la terminología propuesta por Navarro se torna inestable entre una publicación y otra, ya que cambia los términos y aplica palabras que conceptualmente no serían adecuadas para hacer referencia a una determinada fisionomía (Ej.: campo de murundus= chaparrales y sabanas arboladas estacionalmente anegadas (Navarro, 2002); sabanas higrofíticas con montículos (Navarro & Ferreira, 2004); sabanas hidrofíticas con montículos (pampas-termitero, campo do murundus); sabanas arboladas y arbustivas sobre suelos anegables (Navarro & Ferreira, 2007); sabanas arbolado-arbustivas anegables; sabanas hidrofíticas con montículos (pampas-termitero, campo do murundus): pampas-termitero estacionalmente encharcadas (Navarro, 2011)), lo cual ha causado muchas confusiones entre los lectores locales e internacionales.

Beck *et al.* (1993) y Beck (2015), han incluido tradicionalmente todas las fisionomías de los campos y sabanas del Cerrado simplemente bajo el término de “campos cerrados”, el cual es un sinónimo del cerrado ralo, y que corresponde a una de las sub-fisionomías del cerrado *sensu stricto* (Ribeiro & Walter, 2008). De considerar conceptualmente la existencia únicamente de “campos cerrados” en Bolivia, estaríamos indicando que poseemos una baja diversidad *alfa* y *beta*, y por consiguiente no podría ser considerada como un *host post* de biodiversidad y prioridad de conservación, tal como es considerado actualmente los campos y sabanas del Cerrado (Myers *et al.*, 2000).

El campo rupestre y cerrado rupestre son fisionomías que en Bolivia tradicionalmente han sido consideradas como una sola y también denominada de muchas formas, e incluso confundidas como si fuesen similares a las comunidades saxícolas de los “inselberg” (Navarro, 2002; Navarro & Ferreria, 2004; Navarro, 2011), las cuales poseen características fisionómicas, geológicas y florísticas complementemente diferentes, tal como se puede constatar en los trabajos de Ibisch *et al.* (1995) y Mostacedo *et al.* (2001). La diferencia entre el campo rupestre y cerrado rupestre radica principalmente en sus fisionomía, ya que el primero está dominados por hierbas, pastos y subarbustos, y el segundo, además presentar a éstas formas de vida también tiene árboles y arbustos. Así también, estas dos fisionomías están presentes generalmente por encima de los 600 m de altitud en las *serranías* y *mesetas*, y sobre rocas metamórficas o de arenisca, características que la diferencian de la vegetación saxícola de los “inselberg”, ya que ésta aparece en la *penillanura* y sobre rocas de granito o gneises. La diferenciación entre el campo rupestre y la vegetación saxícola de los “inselberg” han sido indicadas por Mamani *et al.* (2011), quienes detallan una serie de especies características de dichos ambientes. La diferenciación de este grupo de fisionomías es altamente relevante como argumento de conservación, ya que cada una posee una alta cantidad de especies endémicas (Mamani *et al.*, 2010; Mamani *et al.*, 2011), por lo que si éstas se generalizan estaríamos simplificando sus atributos de conservación.

Actualmente, a nivel internacional para Bolivia solo se reconoce únicamente a la región de la meseta de Huanchaca (Parque Noel Kempff Mercado) como área de Cerrado (Olson *et al.*, 2001; Olson & Dinerstein, 2002; Dixon *et al.*, 2014), siendo que en el presente trabajo hemos demostrado con argumentos técnicos que la superficie que abarca esta formación vegetal es mucho mayor. Una posible explicación para este hecho es que, tradicionalmente

se ha estado empleando una terminología no apropiada, lo cual hace pensar que los campos y sabanas del Cerrado en Bolivia no son sino fisionomías afines a ésta. Por lo cual, la utilización de los términos fisionómicos que proponemos, permitirá en el futuro que se reconozca una mayor superficie de Cerrado propiamente dicho dentro de Bolivia.

### CONCLUSIONES

Los campos y sabanas del Cerrado en Bolivia fueron delimitados en base a su geología, grado de inundación y elevación, pudiendo excluir del concepto de Cerrado a los Llanos de Moxos, y otros campos y sabanas fisionómicamente similares que están inmerso en la región del Chaco, Yungas el Tucumano-Boliviano. Así también, se logró establecer los límites entre el Cerrado y el Pantanal.

Las fisionomías y subfisionomías que proponemos, simplifican y uniformizan una exagerada cantidad de términos creados hasta ahora en Bolivia por diversos autores, y permitirá incluir conceptualmente a Bolivia dentro del Cerrado a nivel internacional. Se torna relevante el adoptar una visión internacional de nuestras formaciones vegetales, ya que esto nos permitirá redoblar esfuerzos para gestionar su conservación.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al proyecto “*Diversidad de los Cerrados del Oriente Boliviano - Darwin Initiative Project 16-004*”, por facilitarnos su información y base de datos fotográficas para la ilustración que hemos presentamos en el presente trabajo. Así también, agradecemos a los proyectos *Tropical Biomes in Transition-TROBIT*, y Almendra Chiquitana (UAGRM) por habernos facilitado su información de las características edáficas. El primer autor agradece a la CAPES/PEC-PG por haber concedido la beca de doctorado. Finalmente, los autores agradecen a los revisores (John Wood, Iván Igor Lineo y Daniel Soto) por sus aportes y sugerencias para la mejora del manuscrito.

### LITERATURA CITADA

- ALLEM, A.C. & J.F.M. VALLS. 1987. Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-Grossense. EMBRAPA, CENARGEN, Brasília, DF.
- ARRUDA, M.B.; C.E.B. PROENÇA; S.C. RODRIGUES; R.N. CAMPOS; R.C. MARTINS & E.S. MARTINS. 2008. Ecorregiões; unidades de conservação e representatividade ecológica do bioma Cerrado. Pp. 231–272, en: SANO; S.M.; S.P. ALMEIDA & J.F. RIBEIRO (eds.). Cerrado: Ecologia e Flora. Embrapa, Informação Tecnológica. Brasília, DF.
- BATALHA, M.A. 2011. O cerrado não é um bioma. *Biota Neotropica* 11(1):21–24.
- BEARD, J.S. 1953. The Savanna Vegetation of Northern Tropical America *Ecological Monographs* 23(2):149–215.
- BECK, S.G.; T.J. KILLEEN & E. GARCÍA. 1993. Vegetación de Bolivia. Pp. 6–24, en: Killeen, T.J.; E. García & S.G. Beck (eds.). Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia & Missouri Botanical Garden. La Paz.

- BECK, S.G. 2015. Las regiones y zonas de vegetación. Pp. 3–20, en: Jørgensen, P.M.; M.H. Nee & S.G. Beck (eds.). Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri.
- CABRERA, A.L. & A. WILLINK. 1973. Biogeografía de América Latina. Organización de los Estados Americanos (OEA). Washington, DC.
- COLE, M.M. 1986. The savannas: biogeography and geobotany. Academic Press. London.
- COLLINSON, A.S. 1988. Introduction to World Vegetation. Springer Netherlands, Dordrecht.
- COUTINHO, L.M. 1977. Aspectos ecológicos do fogo no Cerrado. II—As queimadas e a dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo-subarbustivo. Boletim de Botânica 5:57–64.
- COUTINHO, L.M. 1982. Ecological effects of fire in Brazilian Cerrado. Pp. 273–291, en: HUNTLEY, B.J. & B.H. WALKER (eds.). Ecology of tropical savannas. Springer. Heidelberg, Berlin.
- COUTINHO, L.M. 1990. Fire ecology of the Brazilian cerrado. Pp. 82–105, en: GOLDAMMER, J.G. (ed.). Fire in the Tropical Biota. Springer–Verlag. Berlin.
- COUTINHO, L.M. 2006. O conceito de bioma. Acta Botânica Brasilica 20(1):1–11.
- DIXON, A.P.; D. FABER–LANGENDOEN; C. JOSSE; J. MORRISON & C.J. LOUCKS. 2014. Distribution mapping of world grassland types. Journal of Biogeography 41:2003–2019.
- EITEN, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. The Botanical Review 38:201–341.
- EITEN, G. 1978. Delimitation of the Cerrado concept. Vegetation 36(3):169–178.
- EITEN, G. 1979. Vegetation forms. A classification of stands of vegetation based on structure; growth form of the components; and vegetative periodicity. Vol. 4. Boletim do Instituto de Botânica, Instituto de Botânica. São Paulo.
- FAO. 1998. World Reference Base for Soil Resources. ISSS–ISRIC–FAO, World Soil Resources Report No. 84. Rome.
- FRANÇA, F.; E. DE MELO; A.K.A. DOS SANTOS; J.G. DO NASCIMENTO MELO & M. MARQUES. 2005. Estudos ecológico e florístico em ilhas de vegetação de um inselberg no semi-árido da Bahia, Brasil. Hoehnea 32(1):93–101.
- FURLEY, P.A. 1999. The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian Cerrados. Global Ecology and Biogeography 8:223–241.
- GOODLAND, R. 1979. Análise ecológica da vegetação do cerrado. Pp. 61–162, en: GOODLAND, R. & M.G. FERRI (eds.). Ecología do Cerrado. EDUSP. São Paulo.

- GOTTSBERGER, G. & I. SILBERBAUER-GOTTSBERGER. 2006. Life in the Cerrado: A South American Tropical Seasonal Ecosystem. Origin, Structure, Dynamics and Plant Use. Vol. 1. AZ Druck und Datentechnik GnbH. Kempten.
- HENRIQUES, R.P.B. 2005. Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma do Cerrado. Pp. 75–92, en: SCARIOT, A.; J.C. SOUSA-SILVA & J.M. FELFILI (eds.). Cerrado: Ecología; Biodiversidade e Conservação. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF.
- HUBER, O. 1987. Neotropical Savannas: their flora and vegetation. *Tree* 2(3):67–71.
- HUBER, O. & R. RIINA. 1997. Glosario fitoecológico de las Américas. Vol. 1. UNESCO. Caracas.
- IBISCH, P.; G. RAUER; D. RUDOLPH & W. BARTHLOTT. 1995. Floristic, biogeographical, and vegetational aspects of Pre-Cambrian rock outcrops (inselbergs) in eastern Bolivia. *Flora* 190:299–314.
- IBISCH, P.L.; S.G. BECK; B. GERKMANN & A. CARRETERO. 2003. Ecoregiones y ecosistemas. Pp. 47–88, en: IBISCH, P.L. & G. MÉRIDA (eds.). Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia, Estado de Conocimiento y Conservación. Fundación Amigos de la Naturaleza. Santa Cruz.
- KILLEEN, T.J. 1990. The grasses of Chiquitania, Santa-Cruz, Bolivia. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 77:125–201.
- KILLEEN, T.J.; T.B. LOUMAN & T. GRIMWOOD. 1990. La ecología paisajística de la región de Concepción y Lomerío en la Prov. Nuflo de Chavez, Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 16:1–45.
- KILLEEN, T.J. 1991. Effect of grazing on native Gramineae in Concepción, Santa Cruz, Bolivia. *Tropical Grasslands* 25:12–19.
- KILLEEN, T.J. & M. NEE. 1991. Un catálogo de las plantas sabaneras de Concepción, Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 17:53–71.
- KILLEEN, T.J. & P.N. HINZ. 1992. Grasses of the precambrian shield region in eastern Bolivia. I. Habitat preferences. *Journal of Tropical Ecology* 8:389–407.
- KILLEEN, T.J. & T.S. SCHULENBERG. 1998. Rapid Assessment Program: A Biological Assessment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia. Conservation International, Fundación Amigos de la Naturaleza, Missouri Botanical Garden, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. Washington, DC.
- MAMANI, F.; P. POZO; D. SOTO; D. VILLARROEL & J.R.I. WOOD. 2010. Libro rojo de las plantas de los cerrados del Oriente Boliviano. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado-Darwin Initiative. Santa Cruz.

- MAMANI, F.; P. POZO; D. SOTO; D. VILLARROEL & J.R.I. WOOD. 2011. Guía DARWIN de las plantas de los cerrados de la Chiquitania. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado-Darwin Initiative. Santa Cruz.
- MONTES DE OCA, I. 1995. Geografía y clima de Bolivia. Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines 24(3):357–368.
- MOSTACEDO, B. & T. KILLEEN. 1997. Estructura y composición florística del cerrado en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Santa Cruz, Bolivia. Boletín de la Sociedad Botánica de México 60:25–43.
- MOSTACEDO, B.; M. TOLEDO & T.S. FREDERICKSEN. 2001. La vegetación de las lajas en la región de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. Acta Amazonica 31(1):11–25.
- MOSTACEDO, B. & D. VILLARROEL. 2015. Identificación de Variedades, Ecología y Productividad de la Almendra Chiquitana (*Dipteryx alata*). Dirección Universitaria de Investigación-DUI, UAGRM. Santa Cruz.
- MYERS, N.; R.A. MITTERMEIER; C.G. MITTERMEIER; G.A.B. DA FONSECA & J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403:853–858.
- NAVARRO, G. 1995. Clasificación de la vegetación de la región de Lomerío en el departamento de Santa Cruz, Bolivia. Documento Técnico 10/1995. Proyecto BOLFOR, USAID. Santa Cruz
- NAVARRO, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de Bolivia. Revista Boliviana de Ecología 2:3–37.
- NAVARRO, G. 2002. Vegetación y unidades biogeográficas de Bolivia. Pp. 500, en: NAVARRO, G. & M. MALDONADO (eds.). Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño. Cochabamba.
- NAVARRO, G. & W. FERREIRA. 2004. Zonas de vegetación potencial de Bolivia: Una base para el análisis de vacíos de conservación. Bolivia Ecológica 15:1–40.
- NAVARRO, G. & W. FERREIRA. 2007. Leyenda explicativa de las unidades del mapa de vegetación de Bolivia a escala 1:250 000. Rumbol S.R.L. Cochabamba.
- NAVARRO, G. 2011. Clasificación de la vegetación de Bolivia. Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño. Santa Cruz.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. & J.A. RATTER. 2002. Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the Cerrado Biome. Pp. 91–120, en: OLIVEIRA, P.S. & R.J. MARQUIS (eds.). The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna. Columbia University Press. New York.



- OLSON, D.M.; E. DINERSTEIN; E.D. WIKRAMANAYAKE; N.D. BURGESS; G.V.N. POWELL; E.C. UNDERWOOD; J.A. D'AMICO; I. ITOUA; H.E. STRAND; J.C. MORRISON; C.J. LOUCKS; T.F. ALLNUTT; T.H. RICKETTS; Y. KURA; J.F. LAMOREUX; W.W. WETTENGEL; P. HEDAO & K.R. KASSEM. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth. *BioScience* 51(11):933–938.
- OLSON, D.M. & E. DINERSTEIN. 2002. The global 200: priority ecoregions for global conservation. *Annales the Missouri Botanical Garden* 89:199–224.
- RAFIQPOOR, D. & P.L. IBISCH. 2003. El medio físico. Pp. 4–17, en: IBISCH, P.L. & G. MÉRIDA (eds.). *Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia, Estado de Conocimiento y Conservación*. Fundación Amigos de la Naturaleza. Santa Cruz.
- RATTER, J.A.; J.F. RIBEIRO & S. BRIDGEWATER. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80:223–230.
- RATTER, J.A.; S. BRIDGEWATER & J.F. RIBEIRO. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: Comparison of the woody vegetation of 376 Areas. *Edinburgh Journal of Botany* 60(1): 57–109.
- REATTO, A.; J.R. CORREIA; S.T. SPERA & E.S. MARTINS. 2008. Solos do Bioma Cerrado. Pp. 107–149, en: SANO, S.M.; S.P. ALMEIDA & J.F. RIBEIRO (eds.). *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa, Informação Tecnológica. Brasília, DF.
- RIBEIRO, J.F. & B.M.T. WALTER. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 89–152, en: SANO, S.M. & S.P. ALMEIDA (eds.). *Cerrado: Ambiente e Flora*. EMBRAPA-CPAC. Planaltina, DF.
- RIBEIRO, J.F. & B.M.T. WALTER. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp. 150–211, en: Sano, S.M.; S.P. Almeida & J.F. Ribeiro (eds.). *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa, Informação Tecnológica. Brasília, DF.
- SARMIENTO, G. 1983. The savannas of tropical America. Pp. 245–288, en: BOURLIERE, F. (ed.). *Ecosystems of the world XIII. Tropical Savannas*. Elsevier. Amsterdam.
- SERVICIO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS. 2013. Deforestación y regeneración de bosques en Bolivia y en sus áreas protegidas nacionales para los periodos 1990–2000 y 2000–2010. Servicio Nacional de Áreas Protegidas, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado y Conservación Internacional. La Paz.
- SUÁREZ, R. 2001. Mapa geológico de Bolivia. Esc: 1:1.000.000. Servicio Nacional de Geología y Minería & Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos. La Paz.
- TAKAHASI, A. 2010. Ecologia da vegetação em bancadas lateríticas em Corumbá, MS. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo. São Paulo.

- VILLARROEL, D.; J.C. CATARI; D. CALDERON; R. MENDEZ & T. FELDPAUSCH. 2010. Estructura; composición y diversidad arbórea de dos áreas de Cerrado *sensu stricto* de la Chiquitania (Santa Cruz; Bolivia). *Ecología en Bolivia* 45(2):116–130.
- VILLARROEL, D.; J.N. PINTO; T.R. CENTURIÓN & A. PARADA. 2009. Relación de la cobertura leñosa con la riqueza herbácea en tres fisionomías del Cerrado *sensu lato* (Cerro Mutún, Santa Cruz, Bolivia). *Ecología en Bolivia* 44(2):83–98.
- WALTER, B.M.T. 2006. Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. Tese de doutorado, Universidade de Brasília. Brasília, DF.