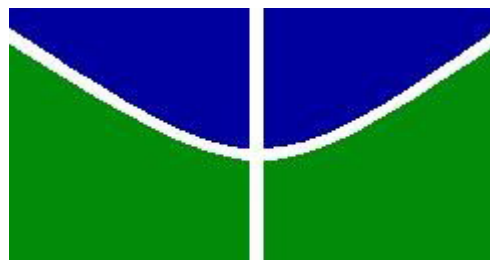


**Universidade de Brasília**  
**Instituto de Ciências Biológicas**  
**Departamento de Botânica**  
**Programa de Pós-Graduação em Botânica**



**APORTES AO CONHECIMENTO DA FLORA E  
DIVERSIDADE DO BIOMA CERRADO DO BRASIL E DA  
BOLÍVIA**

DANIEL VILLARROEL SEGARRA

**Orientadora:** Profa. CAROLYN ELINORE BARNES PROENÇA, Ph. D.

Brasília

Distrito-Federal

Julho-2011

**Universidade de Brasília**  
**Instituto de Ciências Biológicas**  
**Departamento de Botânica**  
**Programa de Pós-Graduação em Botânica**

**APORTES AO CONHECIMENTO DA FLORA E  
DIVERSIDADE DO BIOMA CERRADO DO BRASIL E DA  
BOLÍVIA**

DANIEL VILLARROEL SEGARRA

**Orientadora:** Profa. CAROLYN ELINORE BARNES PROENÇA, Ph. D.

Brasília

Distrito-Federal

Julho-2011

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de  
Brasília. Acervo 993886.

V722a Villarroel Segarra, Daniel.  
Aportes ao conhecimento da flora e diversidade do  
bioma Cerrado do Brasil e da Bolívia / Daniel Villarroel  
Segarra. -- 2011.  
vi, 98 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília,  
Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de  
Botânica, Programa de Pós-Graduação em Botânica, 2011.  
Inclui bibliografia.

Orientação: Carolyn Elinore Barnes Proença.

1. Botânica - Brasil. 2. Botânica - Bolívia. 3. Cerrados  
- Brasil. 4. Cerrados - Bolívia. I. Proença, Carolyn  
- (Carolyn Elinore Barnes). II. Título.

CDU 582

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço...

A Deus por sua graça divina, e por todo o que me deu;

À minha família pelo grande apoio ao longo da minha formação acadêmica;

À Universidade de Brasília e a CAPES pela bolsa concedida para a realização dos estudos;

À Darwin Initiative, pelo auxílio econômico para o trabalho de campo e estudos durante o primeiro semestre do mestrado;

Ao Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado e o Herbario del Oriente Boliviano, por sua ajuda concebida no processo da coletas;

À minha orientadora Carolyn E. B. Proenca e a John R.I. Wood, que acreditaram em mim, guiaram meus passos e brindaram sua amizade;

À minha amiga Kadja Milena Gomes Bezerra, você fez que minha vida fosse melhor nos momentos mais ruins, muito obrigado por sua amizade;

Aos amigos do Brasil que me fizeram sentir sempre em casa: Letícia, Jair, Josemília, Claudenir, Abel, Beatriz, Daniela, Duda, Estevão, Gabi, Juliana, Maria Raquel, Raissa, Renata, Thiago, Rafael, Paulo Cipó, Suzi, Aldeni, Anátria e todos meus colegas da UNB;

Aos amigos da Bolívia: Yanina, Daniel Soto, Juan Carlos, Jesus, Alejandro, Alexander, Aquilino, Ivan, Fabiana, Suely, Eliana e todos que ajudaram moral e tecnicamente durante minha ausência;

De forma geral agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho...

**MUITO OBRIGADO!!!**



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>2</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPITULO 1: Padrões de esforços de coleta, riqueza e endemismo florístico: implicações para a conservação do Cerrado boliviano e brasileiro</b>	
<b>Resumo.....</b>	<b>10</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>11</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>12</b>
<b>Área de estudo.....</b>	<b>13</b>
<b>Material e métodos.....</b>	<b>14</b>
Táxons indicadores.....	14
Banco de dados.....	14
Avaliação e designação de coordenadas geográficas.....	15
Expedições de botânicas.....	15
Identificação dos espécimes.....	16
Análise de dados.....	16
Intensidade de amostragem.....	17
Elaboração de mapas.....	17
<b>Resultados.....</b>	<b>18</b>
Número de coleções e espécies do banco de dados.....	18
Intensidade de amostragem.....	18
Riqueza de espécies.....	19
Endemismo.....	20

Situação do estado de conservação das áreas com maior riqueza de espécies e endemismo.....	21
<b>Discussão.....</b>	<b>22</b>
Conhecimento da flora do Cerrado boliviano e brasileiro.....	22
Intensidade de amostragem.....	23
Riqueza de espécies e endemismo local.....	24
Situação atual do estado de conservação do bioma Cerrado.....	27
<b>Conclusões.....</b>	<b>29</b>
<b>Agradecimentos.....</b>	<b>30</b>
<b>Referências.....</b>	<b>31</b>
<b>CAPITULO 2: A FAMÍLIA MYRTACEAE JUSS. NO CERRADO <i>SENSU LATO</i> DA BOLÍVIA: <i>CHECKLIST</i>, ECOLOGIA E RELAÇÕES FITOGEOGRÁFICAS</b>	
<b>RESUMO.....</b>	<b>52</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>54</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>55</b>
Área de estudo.....	56
Compilação da informação.....	56
Expedições botânicas e tratamento dos espécimes.....	57
Identificação dos espécimes.....	58
Elaboração do <i>checklist</i> .....	58
Variabilidade da riqueza de espécies em relação aos habitats e formas de vida.....	58
Identificação das áreas com maior riqueza.....	59
Afinidade e originalidade fitogeográfica.....	59
Elaboração de chaves taxonômicas.....	60
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>61</b>

Banco de dados e riqueza de espécies.....	61
<i>Checklist</i> .....	62
Riqueza de espécies por formas de vida.....	64
Riqueza de espécies por fitofisionomias.....	65
Áreas com maior riqueza e endemismo de espécies.....	67
Afinidades fitogeográficas.....	68
Chaves taxonômicas para os gêneros de Myrtaceae do cerrado <i>sensu lato</i> da Bolívia...	70
<b>CONCLUSÕES</b> .....	72
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	72
<b>ANEXOS</b> .....	97



## LISTA DE FIGURAS

### INTRODUÇÃO GERAL

**Figura 1.** Mapas da área de estudo. a) países de America do Sul, b) Santas Cruz e outros departamentos da Bolívia, c) províncias onde se distribui o Cerrado boliviano....4

**Figura 2.** Mapas da área de estudo. a) zonas de vegetação utilizadas na delimitação do Cerrado boliviano (Navarro & Ferreira 2004), b) mapa de ecorregiões do bioma Cerrado no Brasil (Arruda *et al.* 2008), c) mapa do bioma Cerrado do Brasil (IBGE).....5

**Figura 3.** Limites da área de estudo (bioma Cerrado da Bolívia e do Brasil).....6

### CAPITULO 1: Padrões de esforços de coleta, riqueza e endemismo florístico: implicações para a conservação do Cerrado boliviano e brasileiro

**Fig. 1** Limites da área de estudo (bioma Cerrado da Bolívia e do Brasil).....39

**Fig. 2** Tipos de posição que podem apresentar os pontos geográficos no momento da transformação ao sistema de quadrículas.....40

**Fig. 3** Número de espécies e coletas registradas no banco de dados do Cerrado boliviano e brasileiro dos 15 táxons utilizados.....41

**Fig. 4** Relação das variáveis “número de espécies por quadrícula” vs. “número de coletas por quadrícula” segundo o coeficiente de correlação de *Tau<sub>b</sub> de Kendall*. Riqueza de espécies  $n= 1017$ ,  $r^2= 0.942$ ,  $p < 0.01$ ; Estimativa da riqueza de espécies *Chao 2*  $n= 1017$ ,  $r^2= 0.839$ ,  $p < 0.01$ .....42

**Fig. 5** Identificação das áreas com maior intensidade de amostragem no bioma Cerrado da Bolívia e do Brasil.....43

<b>Fig 6.</b> Relação das “variáveis número de espécies com endemismo local por quadrícula” vs. “número coletas totais por quadrícula” segundo o coeficiente de correlação de <i>Tau_b de Kendall</i> . Riqueza de espécies n= 1017, $r^2= 0.472$ , $p < 0.01$ .....	<b>44</b>
<b>Fig. 7</b> Porcentagem de riqueza de espécies real (a) e estimativa de riqueza de espécies (b) por quadrículas no bioma Cerrado do Brasil e da Bolívia.....	<b>45</b>
<b>Fig. 8</b> Quadrículas com presença de espécies com endemismo local expressa em relação.....	<b>46</b>
<b>Fig. 9</b> Sobreposição de Unidades de conservação, áreas antrópicas e mapa de riqueza de espécies do bioma Cerrado do Brasil e da Bolívia.....	<b>47</b>
<b>Fig. 10</b> Áreas com maior endemismo, unidades de conservação e áreas antrópicas da região da Chapada dos Veadeiros.....	<b>48</b>
<b>Fig. 11</b> Áreas com maior endemismo, unidades de conservação e áreas antrópicas da região da Sul da Cadeia do Espinhaço.....	<b>49</b>
<b>Fig. 12</b> Áreas com maior endemismo, unidades de conservação e áreas antrópicas da região do Distrito Federal (+ contorno).....	<b>50</b>
<b>Fig. 13</b> Áreas com maior endemismo, unidades de conservação e áreas antrópicas da região da Chapada de Huanchaca e Serra Chiquitana.....	<b>51</b>
<b>CAPITULO 2: A FAMÍLIA MYRTACEAE JUSS. NO CERRADO <i>SENSU LATO</i> DA BOLÍVIA: <i>CHECKLIST</i>, ECOLOGIA E RELAÇÕES</b>	
<b>Figura 1.</b> Áreas de estudo com relevos altitudinais e a localização dos principais centros urbanos na região.....	<b>89</b>
<b>Figura 2.</b> Número de gêneros e espécies da família Myrtaceae registradas no cerrado <i>sensu lato</i> da Bolívia em comparação as ecorregiões da Bolívia.....	<b>90</b>
<b>Figura 3.</b> Distribuição do número de espécies da família Myrtaceae do cerrado <i>sensu lato</i> da Bolívia segundo as forma de vida lenhosa. (□)= número de espécies com uma só	

forma de vida; ( $\sum_{i=1}^n \frac{1}{i^2}$ )= número de espécies que podem apresentar-se com duas formas de vida.....	91
<b>Figura 4.</b> Distribuição do número de espécies de Myrtaceae segundo o tipo de fitofisionomia do cerrado <i>sensu lato</i> na Bolívia.....	92
<b>Figura 5.</b> Análise de Similaridade de duas vias das quatro principais fitofisionomias do cerrado <i>sensu lato</i> da Bolívia. CL= campo limpo; CS= campo sujo; CSS= cerrado sensu stricto; Ce= cerradão. Abreviaturas das espécies: três primeiras letras é correspondente ao gênero; as cinco letras restantes é correspondente ao epíteto específico (vide anexo 1).....	93
<b>Figura 6.</b> Ordenação das principais fitofisionomias do cerrado <i>sensu lato</i> segundo a distribuição de espécies da família Myrtaceae. Análise de DCA. CL= campo limpo; CS= campo sujo; CSS= cerrado sensu stricto; Ce= cerradão. Abreviaturas das espécies: três primeiras letras é correspondente ao gênero; as cinco letras restantes é correspondente ao epíteto específico (vide anexo 1).....	94
<b>Figura 7.</b> Áreas com maior riqueza de espécies da família Myrtaceae da região do cerrado <i>sensu lato</i> da Bolívia. Valores total e potencial segundo as estimativas de <i>Chao 2</i> e <i>Jacknife 2</i> .....	95
<b>Figura 8.</b> Dendrograma de similaridade de espécies da família Myrtaceae entre as principais ecorregiões da Bolívia.....	96

## LISTA DE TABELAS

### **CAPITULO 1: Padrões de esforços de coleta, riqueza e endemismo florístico: implicações para a conservação do Cerrado boliviano e brasileiro**

**Tabela 1** Lista dos táxons indicadores, especialistas que trabalharam nas identificações e herbários onde trabalham.....**38**

### **CAPITULO 2: A FAMÍLIA MYRTACEAE JUSS. NO CERRADO *SENSU LATO* DA BOLÍVIA: *CHECKLIST*, ECOLOGIA E RELAÇÕES**

**Tabela 1.** *Checklist* das espécies da família Myrtaceae encontradas no cerrado *sensu lato* da Bolívia.....**81**

## INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Cerrado é um dos maiores da América Latina, ocupando uma área de mais de 2 milhões de km<sup>2</sup>, sendo a maior parte deste no Brasil (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006, Silva & Bates 2002), e uma parte menor no sudeste da Bolívia e Nordeste do Paraguai (Eiten 1972, Navarro & Maldonado 2002, Silva & Bates 2002).

Este bioma tem um dos mais altos níveis de diversidade e endemismo da região Neotropical (Klink & Machado 2005, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006, Walter 2006), por isso o Cerrado do Brasil foi incluído na lista dos *hotspots* do mundo, independentemente dos Cerrados da Bolívia e do Paraguai, indicando que da grande área que ocupa no Brasil (2.031.990 km<sup>2</sup>) só 438.910 km<sup>2</sup> é de vegetação natural ou pouco perturbada, representando menos de 25% do bioma no território brasileiro (<http://www.biodiversityhotspots.org>), o qual está desaparecendo pela mudança no uso da terra, sendo substituído por pastagens, soja e outras culturas introduzidas (Ratter *et al.* 1997, Dros 2004).

Muitos estudos florísticos e fitossociológicos foram e estão sendo executados no âmbito do Cerrado brasileiro, que integram vários campos, desde a história natural até o estado de conservação dos recursos naturais. O último inventário florístico do Cerrado do Brasil, lista um total de 12.423 táxons (Mendonça *et al.* 2008), dos quais pelo menos 4.400 são considerados endêmicos (<http://www.biodiversityhotspots.org>).

Na Bolívia, os estudos de levantamentos da diversidade *alfa* no Cerrado são escassos, entre os que se destacam os trabalhos de Killeen & Schulenberg (1998), Killeen & Nee (1991) e Mostacedo (1995). No entanto, em 2007, a *Darwin Initiative* junto com o *Museo de Historia Natural Noel Kempff*, iniciou o projeto *Diversidad de los Cerrados del Oriente Boliviano*, com a finalidade de inventariar e identificar áreas

prioritárias para a conservação. Até agora foram coletadas mais de 4.000 espécimes, tendo sido feitas prospecções em todo o bioma e nas diferentes estações climáticas do ano (época seca e chuvosa).

Com a finalidade de continuar acrescentado conhecimento florístico ao bioma Cerrado e proporcionar ferramentas para sua utilização na gestão da conservação, o presente trabalho de pesquisa apresenta dois capítulos. O primeiro é de caráter binacional Bolívia – Brasil, e fala da problemática causada pela falta de coleções botânicas, centros de riqueza de espécies e seu estado de conservação atual. O outro capítulo apresenta o primeiro inventário da família Myrtaceae do cerrado *sensu lato* da Bolívia, discutindo também a relação da riqueza florística desta família de acordo com as formas de vida e fitofisionomias, e descrevendo a distribuição de cada uma destas, além de encontrar e descrever novas espécies para a ciência (Anexos 2, 3, 4, 5).

## **ÁREA DE ESTUDO**

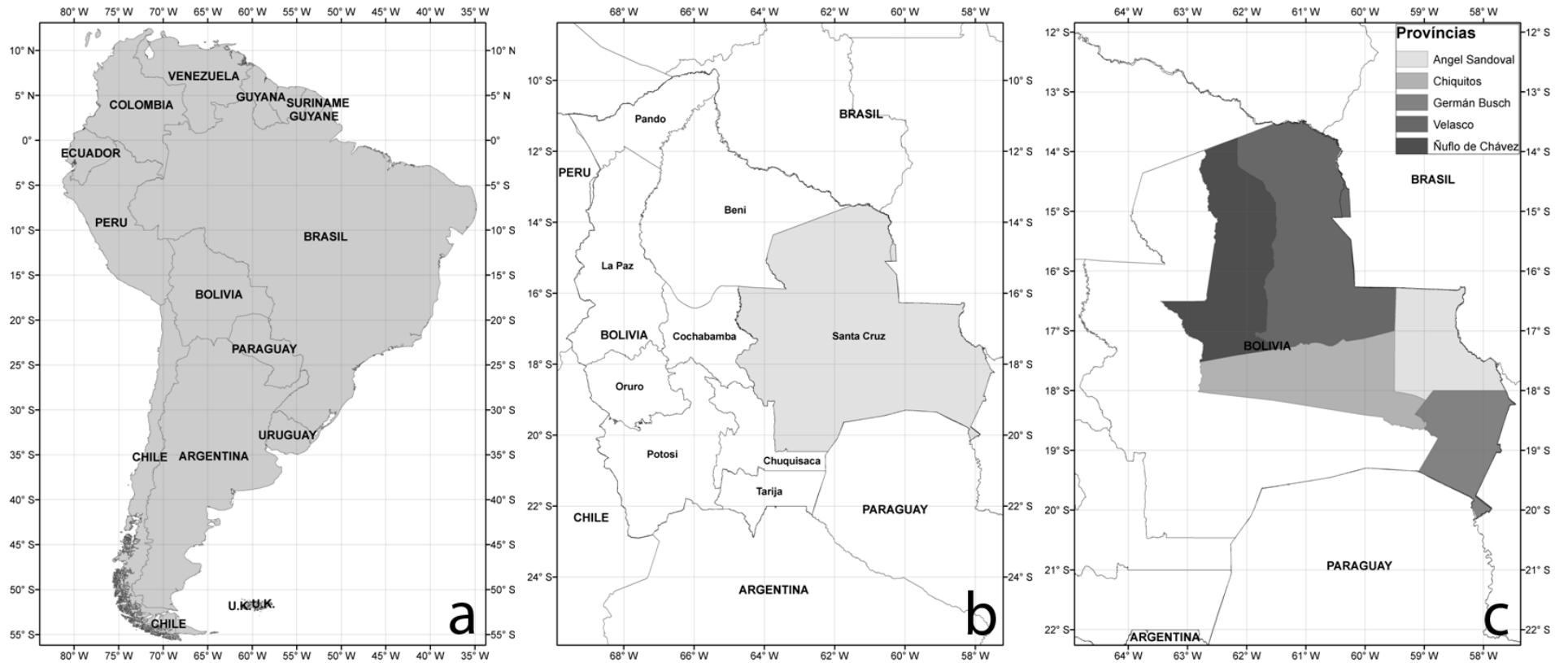
A área de estudo foi o bioma Cerrado do Brasil e da Bolívia (Figura 1a), sendo a maior distribuição na região central do Brasil, ou também denominada como Planalto Central Brasileiro, abrangendo os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Tocantins, Maranhão, Piauí, Bahia, Minas Gerais, São Paulo, e o Distrito Federal (Silva *et al.* 2008), abrangendo também uma parte do Paraná. O limite geográfico do Cerrado no Brasil foi baseado no mapa de Ecorregiões do bioma Cerrado de Arruda *et al.* (2008) (Figura 2b) e dos biomas do Brasil do IBGE (Figura 2c) ([http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#MAPAS](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#MAPAS)).

Na Bolívia o Cerrado se distribui principalmente no departamento de Santa Cruz (Figura 1b), onde é denominada como Região Chiquitana (Vides-Almonacid *et al.* 2007), que corresponde a parte da unidade de vegetação da Chiquitania (Navarro &

Ferreira 2004), ou também conhecida como o Cerrado Chiquitano de acordo com a classificação de ecorregiões estabelecida por Beck *et al.* (1993) e, Ibisch *et al.* (2003), distribuindo se nas províncias Ñuflo de Chavez, Chiquitos, Velasco, Angel Sandoval e Germán Busch (Figura 1c), sendo estas duas últimas fronteiras com o Brasil. Para a delimitação do Cerrado neste país, foi utilizada três das seis zonas da vegetação da Unidade Chiquitana (Chiquitania Oriental, Chiquitania Norte e Chiquitania Central) (Navarro & Ferreira 2004), acrescentando a estas o extremo sul da zona denominada como Amazônia do Iténez da Unidade da Amazônia Surocidental da Bolívia (Figura 2a). Esta última zona mencionada foi incluída devido a suas características bióticas e abióticas terem uma maior similaridade com as do bioma Cerrado tal como já foi representado por Dinerstein *et al.* (1995) no mapa de ecorregiões da América Latina e por ser uma área de contato e continuidade da ecorregião Chiquitania no Brasil (Arruda *et al.* 2008).

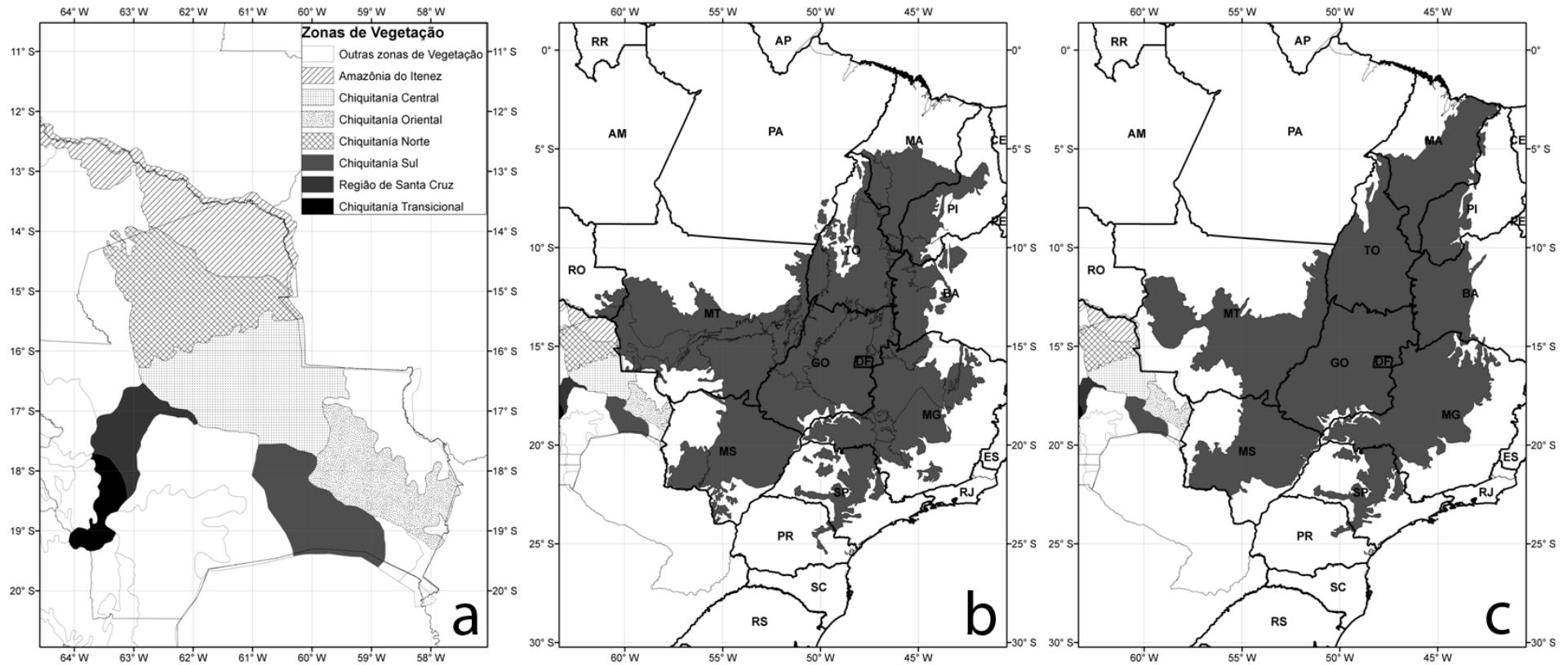
Finalmente foi realizada a união do mapa de ecorregiões do bioma Cerrado (Arruda *et al.* 2008), os limites do bioma Cerrado proposto pelo IBGE, e as quatro zonas de vegetação mencionadas para Bolívia de Navarro & Ferreira (2004) (Figura 3).

O clima no bioma Cerrado apresenta duas estações bem definidas, uma estação seca que ocorre normalmente entre os meses de maio e setembro (inverno), e uma chuvosa entre outubro e abril (verão). A precipitação média anual é de ca. 1500 mm, variando de 600 a 2000 mm anuais, com temperatura média de 20 - 22°C, e até 18°C no mês mais frio (Beck *et al.* 1993; Ibisch *et al.* 2003; Ribeiro & Walter 2008). Estes valores de temperaturas podem variar dependendo da altitude, como ocorrem geralmente nas áreas superiores a 900 m (Ribeiro & Walter 2008).

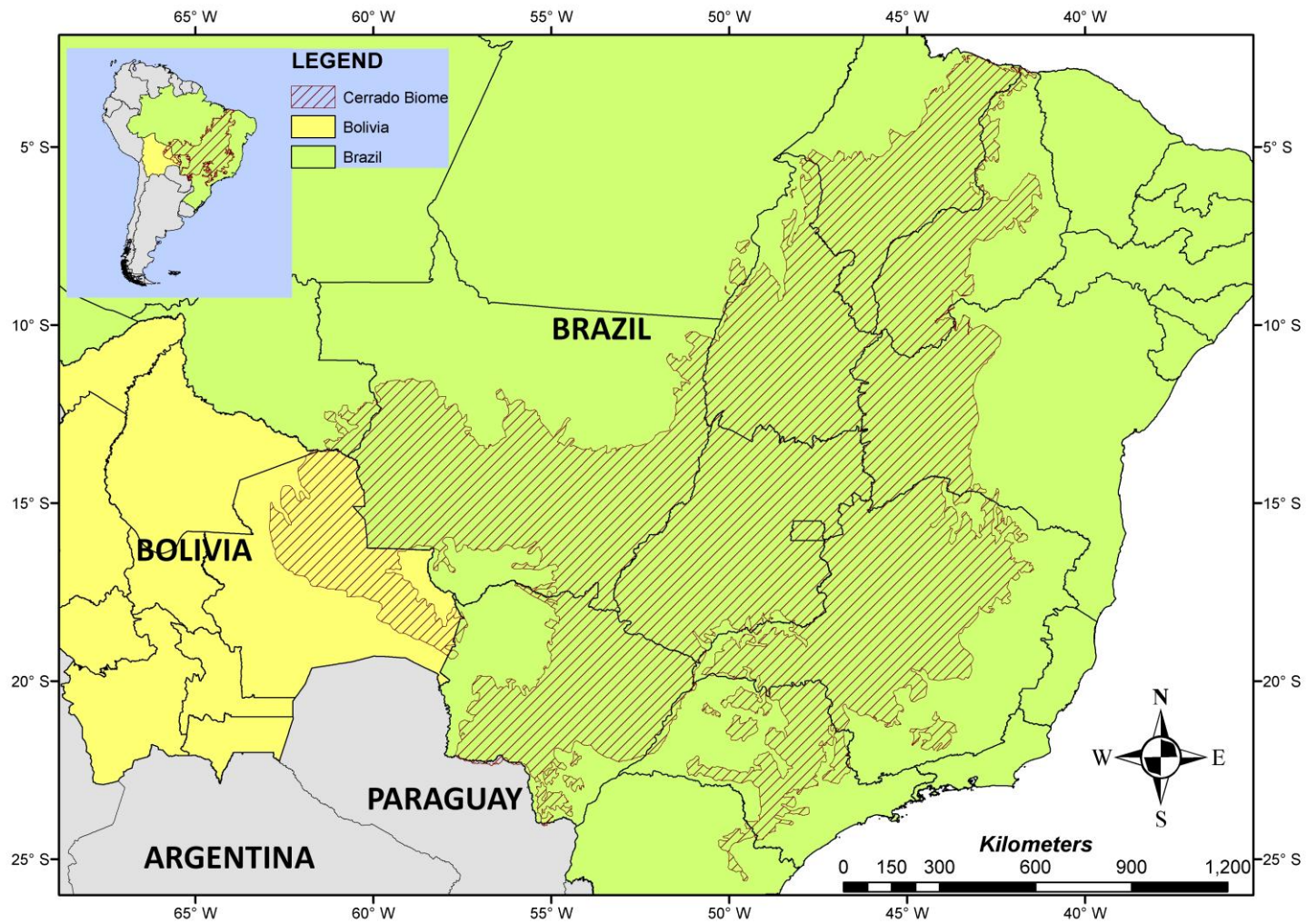


**Figura 1.** Mapas da área de estudo. a) países de América do Sul, b) Santa Cruz e outros departamentos da Bolívia, c) províncias onde se distribui o Cerrado boliviano.





**Figura 2.** Mapas da área de estudo. a) zonas de vegetação utilizadas na delimitação do Cerrado boliviano (Navarro & Ferreira 2004), b) mapa de ecorregiões do bioma Cerrado no Brasil (Arruda *et al.* 2008), c) mapa do bioma Cerrado do Brasil (IBGE 2004).



**Figura 3.** Limites da área de estudo (bioma Cerrado da Bolívia e do Brasil).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 in S. M. Sano, S. P. Almeida & J. F. Ribeiro (eds). Cerrado: Ecologia e Flora. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF.
- Beck, S. G., T. J. Killeen & E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. Pp. 6-24 in T. J. Killeen, E. García & S. G. Beck (eds). Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden, La Paz.
- Dinerstein, E., D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Bookbinder & G. Ledec. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. WWF & The World Bank, Washington, DC.
- Dros, J. M. 2004. Manejo del boom de la soya: Dos escenarios sobre la expansión de la producción de la soya en América del Sur. AIDEnvironment-WWF, Amsterdam.
- Eiten, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review* 38:201-341.
- Gottsberger, G. & I. Silberbauer-Gottsberger. 2006. Life in the Cerrado: A South American Tropical Seasonal Ecosystem. Origin, structure, dynamics and plant use. AZ Druck und Datentechnik GmbH, Kempten.
- Ibisch, P. L., S. G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003. Ecorregiones y ecosistemas. Pp. 47-88 in P. L. Ibisch & G. Mérida (eds). Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia, Estado de Conocimiento y Conservación. Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz.
- 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. & 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.
- Klink, C. A. & R. B. Machado. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19:707-713.
- Mendonça, R. C., J. M. Felfili, B. M. T. Walter, M. C. da-Silva-Júnior, A. V. Rezende, T. d. S. Filgueiras, P. E. Nogueira & C. W. Fagg. 2008. Flora vascular do Bioma Cerrado: Checklist com 12.356 espécies. Pp. 422-1279 in S. M. Sano, S. P. Almeida & J. F. Ribeiro (eds). *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF.
- Mostacedo, B. 1995. Estudio de la composición florística, estructura y algunas potencialidades del Cerrado en el Parque Nacional "Noel Kempff Mercado", Santa Cruz-Bolivia. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz.
- 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. & M. Maldonado. 2002. Geografía ecológica de Bolivia: vegetación y ambientes acuáticos. Fundación Simón I. Patiño, Centro de Ecología y Difusión, Cochabamba.
- Ratter, J. A., J. F. Ribeiro & S. Bridgewater. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80:223-230.
- Ribeiro, J. F. & B. M. T. Walter. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp. 150-211 in S. M. Sano, S. P. Almeida & J. F. Ribeiro (eds). *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF.

- Silva, J. M. C. & J. M. Bates. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience* 52:225-233.
- Silva, F. A. M., E. D. Assad & B. A. Evangelista. 2008. Caracterização climática do bioma Cerrado. Pp. 71-88 in S. M. Sano, S. P. Almeida & J. F. Ribeiro (eds) *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF.
- Vides-Almonacid, R., S. Reichle & F. Padilla. 2007. Planificación ecorregional del Bosque Seco Chiquitano. Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano – The Nature Conservation, Santa Cruz de la Sierra.
- Walter, B. M. T. 2006. Fitofisionomias do Bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. Tese. Universidade de Brasília - Instituto de Ciências Biológicas, Brasília, DF.

**Padrões de esforços de coleta, riqueza e endemismo florístico: implicações para a conservação do Cerrado boliviano e brasileiro**

Daniel Villarroel

Herbario del Oriente Boliviano (USZ), Museo de Historia Natural Noel Kempff (U.A.G.R.M), Av. Irala 565 - Casilla 2489, Telf. (591-3) 3371216 - Fax 3366574, Santa Cruz, Bolivia. E-mail: [danielvillarroel81@hotmail.com](mailto:danielvillarroel81@hotmail.com)

Carolyn Elinore Barnes Proença

Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, CEP 70919-970, Brasília, DF, Brazil. E-mail: [cproenca@unb.br](mailto:cproenca@unb.br).

**Resumo**

O presente trabalho estudou e identificou os padrões de esforços de coleta, riqueza e endemismo florístico atuais do bioma Cerrado boliviano e brasileiro. Para este fim, foi elaborado um banco de dados baseados em 15 táxons de angiospermas utilizados como representantes da flora do bioma Cerrado. O banco de dados foi composto de 18.920 registros, pertencentes a 12 famílias, 61 gêneros e 1.211 espécies. Os resultados indicaram a existência de uma alta correlação entre o número de coleta e número de espécies, indicando que ao menos 90 % do Cerrado têm uma baixa intensidade de amostragem, sendo as áreas com maior riqueza de espécies as que possuem a maior intensidade de amostragem. Baseados na intensidade de amostragem foram identificados três principais centros de riqueza e endemismo florístico que estão localizados no Brasil, Distrito Federal (+ entorno), Chapada dos Veadeiros (Goiás), e a região Sul da Cadeia do Espinhaço (Minas Gerais). Estes três centros de riqueza de espécies e endemismo apresentam na atualidade uma alta pressão antrópica.

**Palavras chaves:** Áreas antrópicas, centros de riqueza florística, correlação, táxons indicadores.

### **Abstract**

This study examined and identified patterns of collection efforts, floristic richness and endemism of the current Bolivian and Brazilian Cerrado. To this end, we constructed a database based on 15 taxa's of flowering plants used as representatives of the flora of the Cerrado biome. The database is about 18.920 records, of 12 families, 61 genera and 1.211 species. The results indicated that there is a high correlation between the number of collection and number of species, indicating at least 90 % of the Cerrado has a low sampling rate, and the areas richest in species that have the highest sampling rate. Based on the sampling intensity we identified three main centers of floristic richness and endemism, that are located in Brazil, Distrito Federal (+ surroundings), Chapada dos Veadeiros (Goiás), and the region south of the Cadeia Espinhaço (Minas Gerais). On the other hand, these three centers of species richness and endemism have today a high human pressure.

**Keyword:** Anthropogenic areas, centers of species richness, correlation, indicator taxa

## **Introdução**

O Cerrado é o bioma de maior superfície da América Latina depois da Amazônia (Ratter et al. 1997, Olson et al. 2001), estando distribuído principalmente no Brasil, e com uma menor proporção no leste da Bolívia e nordeste do Paraguai (Eiten 1972; Navarro e Maldonado 2002; Silva e Bates 2002).

É considerado como a savana tropical com maior riqueza florística do mundo, e como um dos biomas de maior riqueza da região Neotropical, tendo um alto grau de endemismo florístico correspondente a aproximadamente 44 % da flora total (Klink e Machado 2005; Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger 2006).

Devido a sua alta diversidade biológica, alto nível de endemismo, e por ter uma acelerada taxa de desflorestamento de sua vegetação natural (Aquino e Miranda 2008), é que foi categorizado como um dos *hotspots* do mundo (<http://www.biodiversityhotspots.org>), com a finalidade de acelerar os esforços para tratar de salvaguardar sua diversidade biológica.

No entanto, levando-se em conta que o desenvolvimento das atividades antrópicas é muito mais rápido que as ações conservacionistas, e sabendo-se que não é possível conservar toda a superfície do bioma Cerrado, muitos estudos foram realizados na busca da identificação das áreas com maior diversidade florística para serem conservados, baseados em subconjuntos de espécies indicadores de biodiversidade (Proença 2003; Proença et al. 2010) e táxons considerados como raros, ameaçados ou com endemismo local (Rapini et al. 2009), utilizando-se dados de herbários.

Os critérios usados nestes estudos foram baseados na hipótese de que a distribuição da diversidade não é homogênea, dependendo esta de certas características ambientais (Gaston 2000), processos históricos naturais (Harley 1995; Giulletti et al. 1997) e processos antrópicos.



Além disso, é difícil ter um bom conhecimento da distribuição e dos padrões de riqueza de espécies quando a intensidade de amostragem não é equitativa (Labouriau 1966).

O presente estudo utiliza um grupo de táxons representativos da flora do bioma Cerrado para responder as seguintes perguntas que ajudem a entender o grau de conhecimento da flora do Cerrado boliviano e brasileiro: 1) a intensidade de amostragem que tem o bioma Cerrado é significativa para a realização de boas interpretações na determinação de áreas prioritárias para a conservação?, baseado no conhecimento florístico e de distribuição destes grupo de táxons, 2) onde estão localizadas as áreas com maior riqueza florística e endemismo?, e 3) qual é o estado atual de conservação destas áreas?

### **Área de estudo**

A área de estudo abarcou o bioma Cerrado no Brasil e na Bolívia. No Brasil, o Cerrado se apresenta mais amplamente distribuído na região central, e de forma contínua nos estados de Rondônia, Tocantins, Maranhão, Piauí, Bahia, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo (Silva et al. 2008) e no Paraná. Os limites para o Brasil foram baseados no mapa do bioma Cerrado do Brasil ([http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#MAPAS](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#MAPAS)) e Ecorregiões do Cerrado Brasileiro (Arruda et al. 2008).

Na Bolívia, a área estudada está localizada no departamento de Santa Cruz, principalmente nas províncias Ñuflo de Chavez, Chiquitos, Velasco, Angel Sandoval e Germán Busch, onde é denominado também Cerrado Chiquitano na classificação de ecorregiões para Bolívia (Beck et al. 1993; Ibish e Mérdida 2003).

Os limites do bioma Cerrado da Bolívia e do Brasil, foi baseado nos mapas de Biomas do Brasil ([http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#MAPAS](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#MAPAS)), Ecorregiões do Cerrado Brasileiro (Arruda et al. 2008), Zonas e Unidades de Vegetação

Potencial da Bolívia (Navarro & Ferreira 2004), Ecorregiões da Bolívia (Ibáñez e Mérida 2003) e Ecorregiões da América Latina Dinerstein et al. (1995) (Fig. 1).

### **Material e métodos**

#### Táxons indicadores

Foram utilizados os 15 táxons propostos por Proença et al. (2010) como subconjunto representativo da diversidade florística para o Cerrado brasileiro. Este subconjunto de táxons está formado pelas famílias Araceae, Bromeliaceae, Loranthaceae e Viscaceae, e os gêneros *Cyrtopodium* e *Habenaria* (Orchidaceae), *Jacaranda* e *Tabebuia sensu lato* (Bignoniaceae), *Miconia* (Melastomataceae), *Mimosa* (Leguminosae), *Paspalum* (Poaceae), *Psidium* (Myrtaceae), *Aspidosperma* (Apocynaceae), *Solanum* (Solanaceae) e *Vernonia sensu lato* (Asteraceae).

Este grupo de táxons mostrou ter características representativas desde o ponto de vista ecológico, florístico e filogenético (Proença et al. 2010).

#### Banco de dados

O ponto de partida, foram os c. 15.000 registros dos táxons indicadores georeferenciados e contidos no banco de dados na obra de Proença et al. (2010) para o Cerrado brasileiro. Este banco de dados foi complementado com registros destes táxons da Bolívia a partir de espécimes depositados no herbário do Oriente Boliviano (USZ), herbário Nacional da Bolívia (LPB), banco de dados do projeto *Diversidad de los Cerrados del Oriente Boliviano* (Darwin Initiative – Museo Noel Kempff Mercado), e coletas de campo.

Outra fonte de informação foram os bancos de dados virtuais do Missouri Botanical Garden (MO), New York Botanical Garden (NY) e os dados dos herbários presentes no site *Species Link* (<http://www.splink.org.br/>). Os dois primeiros sites possuem

informação de coleções botânicas da Bolívia e do Brasil, e este último contém informação geralmente do Brasil.

O banco de dados foi composto dos seguintes itens: **1)** país; **2)** nome da espécie; **3)** coordenadas geográficas (sistema sexagesimal); **4)** geopolítica e outras referências (distância de centros urbanos, direção segundo os pontos cardinais, etc.); **5)** nome do coletor; e **6)** número da coleção.

#### Avaliação e designação de coordenadas geográficas

Designações de coordenadas geográficas foram feitas para os registros que não apresentavam esta informação, baseados nas referências geopolíticas, distância de áreas urbanas mais próximas e orientação cardinal (N, S, L, O, NNE, NL, etc.). Este processo foi realizado com a ajuda do programa *DIVA-GIS 5.2* (Hijmans et al. 2005), e topônimos da Agencia Nacional de Mapeio e Imagens (NIMA) (<http://gnswww.nima.mil/geonames/GNS/index.jsp>). Depois de realizada as designações de coordenadas geográficas, estas foram corroboradas uma a uma utilizando o programa *Google Earth 6.0.3.2197*.

#### Expedições de botânicas

Expedições de campo foram realizadas no cerrado Boliviano de setembro de 2007 a março de 2011, com maior esforço nas áreas consideradas deficientes de informação, as quais foram determinadas mediante a sobreposição das referências geográficas do banco de dados do herbário USZ, tratando assim de fechar as lacunas de informação. A informação das coletas de campo foram incorporadas no banco de dados geral.

#### Identificação dos espécimes

Os espécimes destes 15 táxons indicadores coletados durante as expedições botânicas e, a maioria do material depositado nos herbários USZ e LPB foram identificados pelos especialistas colaboradores do projeto *Diversidad de los Cerrados del Oriente*

*Boliviano*. A identificação dos espécimes da família Araceae e do gênero *Miconia*, foram realizados com a utilização das exsicatas dos herbários USZ e LPB e que tinham como determinadores a T. B. Croat (MO) para Araceae e J. J. Wurdack (US) e S. Renner (MO) para o gênero *Miconia*.

A listagem de espécies do banco de dados da Bolívia inicialmente foi uniformizada baseada na circunscrição taxonômica utilizada pelos especialistas e autores que participaram na obra de Proença et al. (2010). A lista de espécies final foi atualizada e complementada com as listas de espécies da Flora do Brasil (Forzza et al. 2010). Os nomes dos especialistas encarregados da identificação das espécies dos táxons na Bolívia e no Brasil estão listados na Tabela 1.

#### Análise de dados

As coordenadas geográficas do banco de dados foram transformadas em um sistema de quadrículas, tendo cada uma destas uma área de  $0,5^\circ$  de LAT x  $0,5^\circ$  de LONG (3.086,9 km<sup>2</sup>).

A atribuição de um registro dentro de uma quadrícula seguiu a seguinte lógica de acordo com sua posição geográfica (Fig. 2): pontos que tinham uma posição similar a *J* são designados exclusivamente para essa quadrícula, *K* é registrado para as quatro quadrículas e *L* para as duas quadrículas.

Inicialmente foi quantificado o número de espécies e coletas dentro de cada quadrícula. Esta informação foi extrapolada seguindo o modelo de vizinhança circular (*Circular Neighborhood*), o mesmo que permitiu acrescentar a possibilidade de encontrar as espécies de uma quadrícula nas quadrículas vizinha, mas apenas das que tinham as mesmas características altitudinais (dados baseados na média e desvio padrão das altitudes por quadrículas). Este método foi aplicado com a finalidade de reduzir a falta

ou ausência de coletas nas áreas com boas possibilidades de presença das espécies e inclusive diminuir as possibilidades de erros das coordenadas geográficas.

#### Intensidade de amostragem

Para determinar a intensidade de amostragem, foi realizada uma correlação entre a variável “número de espécies por quadrícula” e “número de coletas por quadrícula” de toda a área de estudo. Este procedimento também foi realizado utilizando as quadrículas onde se apresentaram espécies com endemismo local, fazendo a correlação entre a variável “número de espécies endêmicas por quadrícula” e número de coletas por quadrícula”. Foram consideradas espécies com endemismo local aquelas com uma distribuição de não mais de duas quadrículas contínuas. Este endemismo foi corroborado com a ajuda dos especialistas e pesquisa de literatura.

O coeficiente de correlação utilizado foi do tipo não paramétrico, sendo este o de *Tau\_b de Kendall* (Kendall 1938), estes cálculos foram feitos com o programa *PASW statistics 18*. Os gráficos de dispersão de pontos resultado da correlação foram feitos com o programa *Microsoft Excel 2010*.

#### Elaboração de mapas

Com os dados transformados no sistema de quadrículas, foram elaborados os seguintes mapas: 1) *intensidade de amostragem*, baseado no número de coletas por quadrícula, e agrupadas em intervalos de coleta; 2) *riqueza de espécies*, ou seja, número de espécies por quadrícula, apresentada em intervalos percentuais em relação ao número total de espécies dos táxons indicadores; 3) *estimativa da riqueza de espécies*, realizada aplicando o modelo matemático *Chao 2* (Chao 1984) que expressa a quantidade de espécies que poderiam ter cada uma das quadrículas, apresentada também em intervalos percentuais iguais; 4) *endemismo local*, os valores foram apresentados utilizando dados percentuais iguais as do item 2 e 3; 5) *sobreposição das mapas das unidades de*

*conservação do bioma Cerrado, áreas de riqueza de espécies e endemismo local, sobre a mapa de áreas antrópicas do Brasil* ([http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#MAPAS](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#MAPAS)) e da Bolívia (Killeen et al. 2008), com a finalidade de observar o estado de deterioro biótico das áreas consideradas com alta taxa de riqueza e endemismo florístico no bioma Cerrado. Inicialmente todos estes cálculos e mapas foram realizadas como o programa *DIVA GIS* 5.2, exceto pelo do item 5 que foi desenhado com o programa *ArcMap* 9.3. Os arquivos gerados por este programa foram transformados do formato *GRI* ao formato *SHP* para poderem ser utilizadas no programa *ArcMap* 9.3, com o qual foram realizadas os agrupamentos em intervalos.

## **Resultados**

Número de coleções e espécies do banco de dados

O número total de registros contidos no banco de dados a partir dos 15 táxons utilizados como representante da flora do bioma Cerrado foi de 18.920, pertencentes a 12 famílias, 61 gêneros e 1.211 espécies de angiospermas.

As 1.211 espécies utilizadas como representantes da flora do bioma Cerrado neste estudo correspondem a 10.8 % do total de espécies de angiospermas reportadas para o bioma Cerrado no Brasil (Mendonça et al. 2008).

Intensidade de amostragem

A relação entre as variáveis “riqueza de espécies por quadrícula” e “número de coletas por quadrícula” (Fig. 4), indicou a existência de uma correlação positiva muito forte entre o número de coletas com a variável riqueza de espécies ( $r^2 = 0.942$ ,  $p < 0.01$ ) e, positiva forte com os valores das estimativas de riqueza de espécies segundo o modelo de *Chao 2* ( $r^2 = 0.839$ ,  $p < 0.01$ ) (classificação dos níveis de coeficientes de correlação

segundo Hernández et al. 2000); em ambos casos as correlações foram altamente significativas.

Estes valores de correlação indicaram que a riqueza de espécies encontrada ainda está fortemente relacionada com a intensidade de coletas, existindo uma alta heterogeneidade de amostragem (Fig. 5).

Grande parte da superfície do bioma Cerrado tem uma baixa intensidade de amostragem, já que 90 % das quadrículas possuíram menos do que 100 coletas (Fig. 5), o que significa uma baixa quantidade de área bem amostrada.

No entanto, a relação entre o número de espécies que apresentaram endemismo local e o número de coletas total dessas quadrículas onde estas estão localizadas, indicou a existência de uma correlação positiva débil (Hernandez et al. 2000), com um coeficiente de correlação de 0.472, sendo este altamente significativa ( $p < 0.01$ ) (Fig. 6). Portanto, aparentemente os distintos níveis de endemismo encontrado no bioma cerrado estão fracamente influenciados pela intensidade de amostragem.

#### Riqueza de espécies

Foram identificados três principais centros de riqueza de espécies, estas áreas correspondem às mesmas áreas identificadas com a maior intensidade de amostragem (Fig. 7). Estes possíveis centros de riqueza apresentaram ao menos 15 – 34 % do total das espécies dos 15 táxons utilizados, estas áreas são: 1) a região do Distrito Federal (+ entorno (Goiás)), que é onde se encontraram os níveis de riqueza de espécies mais altos, com 21 – 34 % de espécies por quadrícula (Fig. 7a), podendo acrescentar a estes valores 4 – 6 % de acordo com as estimativas de riqueza (Fig. 7b); 2) região da Chapada dos Veadeiros (Nordeste de Goiás). Nesta área foram registrados entre 17 – 22 % de espécies por quadrículas (Fig. 7a), valores que podem ser acrescentados em 8 – 15 % segundo as estimativas de riqueza (7b); 3) região Sul da Cadeia do Espinhaço (Sudeste

de Minas Gerais), com intervalos de entre 15 - 30 % das espécies por quadrícula (Fig. 7a), podendo subir estes valores em 10 – 15 %, tornando-se na segunda área com maior potencial de riqueza de espécies (Fig. 7b).

Também, foram identificadas outras duas áreas que segundo as estimativas de riqueza de espécies por quadrículas seriam áreas de grande potencial de riqueza, sendo estas as regiões da Chapada dos Guimarães (Centro Sul do Mato Grosso), a Serra Chiquitana (Sudeste de Santa Cruz) e a Chapada de Huanchaca (Norte de Santa Cruz) (Fig. 7b).

#### Endemismo

Das 1.211 espécies utilizadas como táxons indicadores, 253 possuem endemismo local, o que corresponde a 20.1 %. Estas espécies estão distribuídas em 130 quadrículas, cada uma destas quadrículas apresentou porcentagens distintas de número de espécies, alternando de entre 0.1 – 2.5 % do valor total de espécies utilizadas (Fig. 8).

A localização das regiões como maior porcentagem de endemismo local coincidiu com as mesmas áreas identificadas como as que apresentaram os níveis mais altos de riqueza de espécies, sendo a região do Distrito Federal (+ entorno) a que apresentou uma das quadrículas com os níveis mais altos de endemismo, onde se registraram 28 espécies com endemismo local (2.3 %).

A Chapada dos Veadeiros foi à região que apresentou uma maior quantidade de quadrículas contíguas com níveis similares de endemismos locais em comparação às outras áreas do bioma, com valores de 1.1 – 1.9 %.

A região Sul da Cadeia do Espinhaço foi a que apresentou a quadrícula que alcançou a maior quantidade de espécies com endemismo local, com 30 espécies (2.5 %).

Outras áreas com quadrículas que apresentaram níveis importantes de endemismo local, mas com baixas quantidades de quadrículas, foram identificadas no extremo Oeste do



bioma Cerrado, na região da Chapada de Huanchaca (0.8 %) (Norte de Santa Cruz) e a Serra Chiquitana (1.4 %) (Sudeste de Santa Cruz).

Situação do estado de conservação das áreas com maior riqueza de espécies e endemismo

Dentro da área de estudo foram quantificadas 112 unidades de conservação, das quais 28 são federais (federal= nacional na Bolívia), e 84 são estaduais (estadual= departamental na Bolívia). Estas unidades de conservação representam 3.15 % da superfície total do bioma Cerrado do Brasil e da Bolívia (2.234.472.4 km<sup>2</sup>).

Destas 101 unidades de conservação, ao menos 20 estão presentes nas áreas identificadas como as de maior riqueza de espécies (Fig. 9).

Nas quadrículas com maior riqueza de espécies na região da Chapada dos Veadeiros, só há uma unidade de conservação (Parque Nacional Chapada dos Veadeiros), a mesma que se sobrepõe em duas quadrículas consideradas como áreas com maior endemismo local. No entanto, maioria das quadrículas com maior endemismo e riqueza de espécies desta região apresenta uma baixa superfície de áreas antrópicas (Fig. 10).

A região Sul da Cadeia do Espinhaço, as quadrículas consideradas com maior riqueza de espécies, apresenta sete unidades de conservação, das quais cinco estão nas quadrículas identificadas com maior porcentagem de endemismo local (Parque Estadual do Biribiri, Parque Estadual Rio Preto, Parque Estadual Serra do Intendente, Parque Nacional Serra do Cipó, Parque Estadual do Sumidouro, Parque Estadual Serra Verde). A maioria das quadrículas com maior riqueza de espécies e endemismo desta região tem sobreposição e estão rodeadas de áreas antrópicas (Fig. 11).

O Distrito Federal (+ entorno) região onde foi encontrado os níveis mais altos de riqueza de espécies e a segunda de endemismo, apresentaram 10 unidades de conservação, das quais nove estão presentes nas áreas com maior endemismo local. A

pressão antrópica observada nesta região é maior a do que as outras determinadas com alta riqueza de espécies, já que a maioria de suas quadrículas está sobreposta com áreas antrópicas (Fig. 12).

As regiões da Chapada de Huanchaca e a Serra Chiquitana, onde se encontraram níveis de riqueza de espécies moderadas em comparação com as três principais, mas que possuem quadrículas com níveis importantes de endemismo local, apresentou uma baixa quantidade de áreas antrópicas, estando resguardadas dentro de unidades de conservação (Fig. 13).

## **Discussão**

### Conhecimento da flora do Cerrado boliviano e brasileiro

A alta proporção do número de gêneros, espécies e coletas encontradas no Cerrado brasileiro deve-se principalmente, a que possui a maior superfície (Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger 2006; Silva e Bates 2002), ser o centro de diversidade florística (Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger 2006), ser centro de origem (Van der Hammen 1983; Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger 2006), e por ter uma maior quantidade de pesquisas florísticas e taxonômicas do bioma, resultando em um maior conhecimento da sua flora, comparado a Bolívia e a Paraguai.

O grau de conhecimento florístico do Cerrado entre estes países é muito contrastante, já que, por exemplo, no final da década dos 90's Mendonça et al. (1998), realizaram uma das primeiras tentativas de catalogar a flora do bioma Cerrado no Brasil baseado em estudos florísticos que datavam desde 1973 até 1997. No entanto, na Bolívia nessa mesma década foi quando foram publicados apenas os dois únicos catálogos conhecidos de plantas do Cerrado boliviano, sendo uma da região Central e o outro da região Norte (Killeen e Nee 1991, Killeen e Schulenberg 1998), não existindo até a presente data um

catálogo de espécies, baseado em coletas científicas que abarque o conhecimento florístico de todo o Cerrado boliviano.

Atualmente o Cerrado brasileiro possui um catálogo de mais ou menos 12.423 táxons (Mendonça et al. 2008), baseado em conhecimentos taxonômicos e florísticos que foram acumulados desde meados do século passado, e que até a presente data ainda continua crescendo.

#### Intensidade de amostragem

Sem dúvida a falta de coletas é um grande obstáculo para a realização de trabalhos de pesquisa, principalmente os taxonômicos, ecológicos, fitogeográficos e de diversidade.

Em 1966, Labouriau indicou textualmente o seguinte: *O levantamento exaustivo da flora dos Cerrados está ainda muito longe de ser satisfatório e isso é um obstáculo ao progresso de muitos trabalhos. Essa situação reflete na deficiência de taxonomista em nosso meio botânico e também a inexistência de uma doutrina em escala nacional acerca de colecionamento de material de herbário. Não existe ainda um planejamento de coleta, com uma divisão de trabalho nacional.*

Na atualidade, 45 anos depois da declaração de Labouriau (1966), a falta de coleções no Cerrado ainda continua sendo um problema latente, já que a maioria do território do bioma aparece como pouco amostradas (Fig. 5), tendo poucas áreas com ótimos níveis de intensidade de coleta. Esta heterogeneidade de níveis de coleta pode derivar em interpretações errôneas nos trabalhos de pesquisas, especialmente nos de diversidade e de conservação.

O problema da heterogeneidade de amostragem e a importância das coletas em trabalhos de diversidade e conservação foram discutidos por Proença et al. (2010) para o bioma Cerrado, Knapp (2002) estudando o gênero *Solanum* no neotrópico, e por Funk et al. (1999) no intento de mapear a biodiversidade na Guiana. Estes autores advertiram

que as áreas pouco coletadas, são grandes buracos de informação, por ter uma baixa intensidade de amostragem.

Proença et al. (2010) indicaram que as áreas com uma baixa intensidade de coletas podem ser classificadas como buracos brancos de informação, ou seja áreas possivelmente ricas em diversidade, ou também tem a possibilidade de serem buracos negros, áreas já devastadas, sem que tenha sido possível registrar sua flora nativa.

Na atualidade, estes buracos negros mencionados por Proença et al. (2010) corresponderiam ao 38 % da superfície do bioma Cerrado do Brasil e da Bolívia (áreas antrópicas), e os buracos brancos a mais o menos 55 %, já que segundo a intensidade de coleta dos táxons utilizados como representantes da flora do Cerrado só 7 % da superfície total estaria muito bem amostrada (dados de superfícies naturais e antrópicas calculados a partir dos mapas de coberturas do IBGE ([http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#MAPAS](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#MAPAS)); Sano et al. 2009; Killeen et al. 2008).

#### Riqueza de espécies e endemismo local

Embora as regiões identificadas neste estudo como as de maior riqueza de espécies estejam fortemente correlacionadas e aparentemente influenciadas pela intensidade da amostragem, estas coincidem com os resultados obtidos por outros pesquisadores ao momento de indicadas como as de maior riqueza e endemismo de espécies do bioma Cerrado.

Simon e Proença (2000) estudando o gênero *Mimosa* propuseram que a Cadeia do Espinhaço é uma região com uma alta riqueza de espécies e endemismo deste táxon, e também da flora em geral. A alta riqueza de espécies presente na da Cadeia do Espinhaço, também foi detectada para outros táxons, como Lamiaceae (Harley 1988), Lythraceae, Bromeliaceae, Eriocaulaceae, Velloziaceae, Xyridaceae (Giulietti et al.

1987), o gênero *Kielmeyera* (Clusiaceae) (Saddi 1994), e da sua da flora em geral (Rapini et al. 2008). Assim também, Rapini et al. (2009), propuseram que esta é a área com maior riqueza de espécies raras e endêmicas do Brasil.

A região do Distrito Federal (+ entorno), e a Chapada dos Veadeiros (Goiás), foram determinadas também como regiões com alta riqueza e endemismo de espécies (Munhoz e Proença 1998; Proença et al. 2000; Simon e Proença 2000; Proença et al. 2001; Mendonça et al. 2007).

Proença et al. (2001) compilaram preliminarmente 3.188 espécies para o Distrito Federal que representava naquela época 48 % da flora do bioma Cerrado segundo a estimativa mais próxima de Mendonça et al. (1998); atualmente representa 26 % segundo a última estimativa de Mendonça et al. (2008).

No entanto, desde 2001, vários táxons foram acrescentados nos volumes já publicados da Flora do Distrito Federal, de forma que os valores da riqueza florística calculados e estimados neste trabalho para esta região aparentemente não estariam fora da realidade.

Na região da Chapada dos Veadeiros, Mendonça et al. (2007) registraram um total de 2.661 espécies, o que é equivalente a 22.1 % da flora do bioma Cerrado no Brasil considerando a lista de espécies de Mendonça et al. (2008). Essa porcentagem é similar aos níveis de riqueza que foram obtidos neste estudo para essa região a partir dos táxons indicadores que utilizamos (Fig. 7a).

O estado de Goiás, incluindo o Distrito Federal, mais propriamente na Chapada dos Veadeiros, é a região que segundo Rapini et al. (2009), apresentou a segunda maior quantidade de espécies raras e endêmicas no Cerrado, e a quarta de todo o Brasil.

Na Bolívia, a região da Chapada de Huanchaca (extremo Oeste do bioma Cerrado) identificada neste estudo como um dos centros potenciais de riqueza de espécies é a região com a maior riqueza florística do Cerrado boliviano segundo Killeen e

Schulenberg (1998). Na atualidade, mais de 20 anos depois do afirmado por Killeen e Schulenberg (1998), esta região continua sendo reconhecida como a de maior riqueza florística do Cerrado boliviano (Mamani et al. 2010).

A região da Serra Chiquitana, determinada neste estudo como uma região com um potencial moderada de riqueza florística, mas com importante nível de endemismo, é considerada segundo Vides-Almonacid et al. (2007) como uma região com níveis de riqueza florística média a baixa em relação às outras da região Chiquitana (não incluindo a região da Chapada de Huanchaca). Os níveis de riqueza obtidos por Vides-Almonacid et al. (2007) foram baseados principalmente em inventários florísticos da Floresta Chiquitana, e não das formações de savanas que são as fitofisionomias mais representativas e com maior riqueza florística da região, como já foi indicado para o Cerrado brasileiro (Walter 2006; Mendonça et al. 2008) e boliviano (Mamani et al. 2010, 2011). Neste sentido, discordamos dos resultados obtidos por Vides-Almonacid et al. (2007), atribuindo estes resultados a baixa quantidade de registros e espécies utilizadas em suas análises.

Estudos recentes que quantificaram e compararam os níveis de endemismo do Cerrado boliviano, indicaram que a Serra Chiquitana é a região que possui o nível mais alto deste país (Mamani et al. 2010), tal como foi determinamos no presente estudo.

Uma característica em comum entre estas regiões com alta riqueza de espécies no bioma Cerrado do Brasil e da Bolívia, é uma alta heterogeneidade abiótica, estando formadas por vários tipos de fitofisionomias (Killeen e Schulenberg 1998; Munhoz e Proença 1998; Walter 2001; Felfili 2007; Mendonça et al. 2007; Mamani et al. 2010; 2011), as quais vão se distribuindo de acordo com os tipos de solo, gradiente de umidade, situação topográfica e a altitude (Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger 2006; Walter

2006; Ribeiro & Walter 2008), pelo que a alta variabilidade abiótica que possuem estas regiões, permite que estas áreas albergam uma grande diversidade *Alfa* e *Beta*.

Uma fitofisionomia muito peculiar que é encontrada nas regiões que determinamos como as de maior riqueza e endemismo florístico, são os campos rupestres. Rappini et al. (2008) indicaram que a flora dos campos rupestres tem um dos níveis mais altos de riqueza e uma alta taxa de especiação. De acordo com Zappi et al. (2002), estima-se que um quarto das novas espécies descritas para o Brasil entre 1997 e 2002 foram provenientes dos campo rupestres. Esta fitofisionomia, que representa c. 7.5 % da superfície do bioma Cerrado (Dias 1996), é a que possui o maior número de táxons do bioma Cerrado (Mendonça et al. 2008) em comparação com as outras fitofisionomias que abrangem uma superfície muito maior.

Os altos níveis de especiação ou endemismo local que possuem os campos rupestres podem ser atribuídos ao isolamento geográfico, produto da altitude em que esta fitofisionomia distribui-se (geralmente > 900 m, ocasionalmente a partir dos 700 m), além das particularidades climáticas que possuem estas áreas, devido a sua diferenciação na altitude, já que, a altitude se reflete diretamente numa alta heterogeneidade de condições de precipitação (Harley 1995), umidade e temperatura (Ribeiro e Walter 2008). O clima das áreas de campo rupestre é muito contrastante inclusive num só dia (quente durante o dia e frio a noite), em comparação aos encontrados em áreas de baixas altitudes onde geralmente as condições ambientais são mais homogêneas.

Situação atual do estado de conservação do bioma Cerrado

Atualmente, o Cerrado boliviano possui uma menor superfície impactada por atividades antrópicas em comparação com o Brasil, onde os estados de Goiás, Mato Grosso, Mato

Grosso do Sul e São Paulo, apresentam a maior parte da sua superfície transformada em paisagem antrópica (Sano et al. 2009).

As atividades antrópicas que causam o desaparecimento das áreas naturais no Cerrado são a substituição da vegetação natural (cerrado *sensu lato*) por pastagens exóticas (principalmente com *Brachiaria* spp., *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf e *Panicum maximum* Jacq.), desmatamento para produção de carvão, a expansão demográfica não planejada e nas últimas décadas, pela expansão da fronteira agrícola (Ratter et al. 1997; Dros 2004; Klink e Machado 2005). Todas estas atividades causam o desaparecimento em média de 3 % da vegetação natural deste bioma anualmente (Henriques et al. 2004).

O Sul da Cadeia do Espinhaço e principalmente o Distrito Federal (+ entorno), áreas identificadas com maior riqueza e endemismo de espécies, são as que se apresentaram sob mais forte pressão antrópica, mesmo tendo unidades de conservação. Cada uma destas regiões apresenta realidades diferentes, já que, por exemplo, as unidades de conservação do Distrito Federal são verdadeiras Ilhas de vegetação imersas numa matriz antrópica, podendo estas estar sofrendo ou vir a sofrer as conseqüências originadas pela fragmentação antrópica que são a) *Diminuição e alteração da área e exclusão inicial das espécies*, que consiste no desaparecimento inicialmente das espécies raras ou com uma distribuição restrita ante a diminuição e alteração de seu habitat, chegando ao ponto em que até as espécies de ampla distribuição podem ser tornar raras nas áreas onde a alteração e destruição de habitat é comum; b) *Efeito reunião*, que consiste na migração de espécies móveis (principalmente fauna) produto da destruição de seus habitat a áreas naturais não perturbadas, provocando um incremento nas populações já existentes nessas áreas, gerando competição intra e interespecíficas pelos recursos, alterando completamente todos os processos ecossistêmicos; c) *Efeito barreira, isolamento e extinção*, as paisagens circundantes das áreas com vegetação remanescentes, evita o



fluxo gênico entre populações, produzindo o isolamento das espécies e forçando a realização de retro-cruzamento, levando muitas vezes a sua extinção pela degradação genética; d) *Efeito de borda e introdução de espécies exóticas*, o resultado destas duas ações é a degradação da estrutura, composição e diversidade da vegetação, produto principalmente pelo ingresso de gramíneas das áreas antrópicas para as naturais, representando um grande risco para a vegetação nativa do Cerrado (Arruda et al. 2008). No entanto, a situação da região Sul da Cadeia do Espinhaço é diferente, já que pelo menos parte das unidades de conservação estariam mantendo uma inter-relação biótica ao ser parte do Mosaico Ecológico do Espinhaço Alto Jequitinhonha - Serra do Cabral (MMA N°444) evitando as conseqüências e os efeitos causados pela fragmentação antrópica (Aquino e Miranda 2008, Arruda et al. 2008).

Com o fim de evitar estes efeitos negativos originados pela fragmentação, o Instituto Brasileiro de Médio Ambiente (IBAMA), deu início ao desenvolvimento de uma série de projetos que procuram a interconexão biológica de grupos de unidades de conservação, com os projetos Gestão Biorregional do Eco-Museu do Cerrado, Corredor Ecológico Araguaia-Bananal, Corredor Ecológico do Cerrado, Corredor Ecológico Jalapão – Mangabeiras e Corredor Ecológico Cerrado – Pantanal entre outros.

No entanto, a grande falta de coletas e conhecimento botânico da maioria da superfície do bioma, é um obstáculo ao desenvolvimento desses projetos ao não contar com informação técnico-científica das áreas a serem integradas.

### **Conclusões**

O bioma Cerrado até agora é pouco explorado e conhecido floristicamente, já que ao menos 55 % da sua superfície ainda têm vegetação remanente e possui uma baixa intensidade de amostragem em comparação com as regiões do Distrito Federal (+

entorno), Chapada dos Veadeiros e a região Sul da Cadeia do Espinhaço que são as mais bem amostradas.

As regiões do Distrito Federal (+ entorno), Chapada dos Veadeiros e a região Sul da Cadeia do Espinhaço foram as que apresentaram os níveis mais altos de riqueza e endemismo florístico, coincidindo com os resultados de outros autores, e apresentando características abióticas e históricas que explicam a origem da sua riqueza e atual endemismo de espécies. No entanto, a alta desigualdade de amostragem no bioma, dificulta a realização de comparações das distintas regiões do bioma na procura de áreas com maior riqueza florística baseadas em suportes estatísticos sólidos.

A grande falta de coletas e o constante crescimento dos “buracos negros”, produto das atividades antrópicas no bioma Cerrado, podem dificultar a magnitude do desenvolvimento e aplicação de projetos de conservação, já que estes precisariam de suportes científicos que são as coleções botânicas e que evidentemente são escassas em grande parte do bioma.

É necessária uma planificação estratégica de estudos florísticos nas áreas menos amostradas e que ainda possuem vegetação natural, para assim ter um bom conhecimento da flora e distribuição da riqueza de espécies do bioma Cerrado.

### **Agradecimentos**

Agradecemos ao Proyecto Darwin 16-004 “*Conservación de los Cerrados de Este Boliviano*” pelo financiamento do trabalho de campo realizado na Bolívia. Daniel Villarroel agradece a CAPES/Universidade de Brasília pelos recursos para a realização de seus estudos de Mestrado. A Carolyn E. B. Proença e John R. I. Wood por sua ajuda incondicional.

**Referências**

Aquino FG, Miranda GHB (2008) Conseqüências ambientais da fragmentação de habitats no Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF (eds) Cerrado: Ecologia e Flora. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília DF.

Arruda MB, Proença CEB, Rodrigues SC, Campos RN, Martins RC, Martins ES (2008) Ecorregiões, unidades de conservação e representatividade ecológica do bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF (eds) Cerrado: Ecologia e Flora. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília DF.

Beck SG, Killeen TJ, García E (1993) Vegetación de Bolivia. In: Killeen TJ, García E, Beck SG (eds) Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden, La Paz.

Chao A (1984) Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11:265-270.

Dias BFS (1996) Cerrado: uma caracterização In: Dias BFS (ed) Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. FUNATURA - Fundação Pró-Natureza, Brasília DF.

Dinerstein E, Olson DM, Graham DJ, Webster AL, Primm SA, Bookbinder MP, Ledec G (1995) A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. WWF and The World Bank, Washington DC.

Dros JM (2004) Manejo del boom de la soya: dos escenarios sobre la expansión de la producción de la soya en América del Sur. AIDEnvironment, Amsterdam.

Eiten G (1972) The Cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review* 38:201-341.

Felfili JM (2007) A Chapada dos Veadeiros. In: Felfili JM, Rezende AV, Silva Júnior MC (eds) Biogeografia do bioma Cerrado: Vegetação e Solos da Chapada dos Veadeiros. Universidade de Brasília, Finatec, Brasília DF.

Funk VA, Zermoglio MF, Nasir N (1999) Testing the use of specimen collection data and GIS in biodiversity exploration and conservation decision making in Guyana. *Biodiversity and Conservation* 8:727-751.

Gaston KJ (2000) Global patterns in biodiversity. *Nature* 405:220-227.

Giulietti AM, Menezes NL, Pirani JR, Meguro M, Wanderley MGL (1987) Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. *Boletim Botânico da Universidade de São Paulo* 9:1-151.

Giulietti AM, Pirani JR, Harley RM (1997) Espinhaço range region. Eastern Brazil. In: Davis SD, Heywood VH, Herrera-MacBryde O, Villa-Lobos J, Hamilton AC (eds) *Centers of plant diversity. A guide and strategies for the conservation*. WWF and IUCN, Cambridge.

Gottsberger G, Silberbauer-Gottsberger I (2006) *Life in the Cerrado: A South American tropical seasonal ecosystem Vol 1 Origin, structure, dynamics and plant use*. AZ Druck und Datentechnik GmbH, Kempten.

Harley RM (1995) Introduction. In: Stannard LB (ed) *Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Brazil*. Royal Botanical Gardens Kew.

Harley RM (1988) Evolution and distribution of Eriope (Labiatae), and its relatives in Brazil. In: Heyer WR, Vanzolini PE (eds) *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

Henriques RPB (2003) O futuro ameaça. *Ciência Hoje* 33:34-39.

Hernández R, Fernández C, Batista P (2000) *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill, México DF.

Hijmans RJ, Guarino L, Bussink C, Mathur P, Cruz M, Barrantes I, Rojas E (2005) *DIVA-GIS Version 5.2*. <http://www.diva-gis.org/>.

Ibisch PL, Mérida G (2003) Biodiversidad: La riqueza de Bolivia, estado de conocimiento y conservación. Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Santa Cruz.

Kendall MG (1938) A new measure of Rank Correlation. *Biometrika* 30:81–89.

Killeen TJ, Nee M (1991) Un catálogo de las plantas sabaneras de Concepción, Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 17:53-71.

Killeen TJ, Schulenberg TS (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.

Killeen, TJ, Guerra A, Calzada M, Correa L, Calderon V, Soria L, Quezada B, Steininger MK (2008) Total historical land-use change in eastern Bolivia: Who, where, when, and how much? *Ecology and Society* 13: Art. 36.

Klink CA, Machado RB (2005) Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19:707-713.

Knapp S (2002) Assessing patterns of plant endemism in neotropical uplands. *The Botanical Review* 68:22-37.

Labouriau LG (1966) Revisão da situação da ecologia vegetal dos cerrados. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 38:5-38.

Mamani F, Pozo P, Soto D, Villarroel D, Wood JRI (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, Pozo P, Soto D, Villarroel D, Wood JRI (2011) Guía DARWIN de las plantas de los cerrados de la Chiquitania. Museo de Historia Natural Noel Kempff, Darwin Initiative, Santa Cruz.

Mendonça RC, Felfili JM, Walter BMT, Silva Júnior MC, Rezende AV, Filgueiras TS, Nogueira PE, Fagg CW (2008) Flora vascular do Bioma Cerrado: Checklist com 12.356 espécies. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF (eds). Cerrado: Ecologia e Flora. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília DF.

Mendonça RC, Felfili JM, Walter BMT, Silva Júnior MC, Rezende AV, Filgueiras TS, Nogueira PE (1998) Flora vascular do Cerrado In: Sato SM, Almeida SP (eds) Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA-CPAC, Planaltina DF.

Mendonça RC, Filgueiras TS, Fagg CW (2007) Análise florística da Chapada dos Veadeiros. In: Felfili JM, Rezende AV, Silva Júnior MC (eds) Biogeografia do bioma Cerrado: Vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros. Universidade de Brasília, Finatec, Brasília DF.

Munhoz CBR, Proença CEB (1998) Composição florística do Município de Alto Paraíso de Goiás na Chapada dos Veadeiros. Boletim do Herbário Ezequias Paulo Heringer 3:102-150.

Navarro G, Ferreira W (2004) Zonas de vegetación potencial de Bolivia: Una base para el análisis de vacíos de conservación. Bolivia Ecológica 15:1-40.

Navarro G (2002) Vegetación y unidades biogeográficas de Bolivia. In: Navarro G, Maldonado M (eds) Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño, Cochabamba.

Olson DM, Dinerstein E, Wikramanayake ED, Burgess ND, Powell GVN, Underwood EC, D'Amico JA, Itoua I, Strand HE, Morrison JC, Loucks CJ, Allnutt TF, Ricketts TH, Kura Y, Lamoreux JF, Wettengel WW, Hedao P, Kassem KR (2001) Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth. BioScience 51:933-938.

Proença CEB (2003) O uso de táxons indicadores em estudos de biogeografia e conservação: Bioma Cerrado. In: 54o Congresso nacional de Botânica (Belém) Desafios da botânica brasileira no novo milênio Belém. Sociedade Botânica do Brasil: 283-284.

Proença CEB, Munhoz CBR, Jorge CL, Nóbrega MGG (2001) Listagem e nível de proteção das espécies de fanerógamas do Distrito Federal, Brasil. In: Cavalcanti TB, AE Ramos (eds) Flora do Distrito Federal, Brasil. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília DF.

Proença CEB, Soares-Silva LH, Rivera VL, Simon MF, Oliveira RC, Santos IA, Batista N, Ramalho CL, Miranda ZJG, Cardoso CFR, Barboza MA, Bianchetti LB, Gonçalves EG, Singer RF, Gomes SM, Silva SR, Martins RC, Munhoz CBR, Carvalho SF (2010) Regionalização, centros de endemismos e conservação com base em espécies de angiospermas indicadoras da biodiversidade do Cerrado Brasileiro. In: Dinez IR, Marinho-Filho J, Machado RB, Cavalcanti RB (eds) Cerrado: Conhecimento científico quantitativo como subsídio para ações de conservação. Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Rapini A, Andrade MJG, Giulietti AM, Queiroz LP, Silva JMC (2009) Introdução In: Giulietti AM, Rapini A, Andrade MJG, Queiroz LP, Silva JMC (eds) Plantas raras do Brasil. Conservação Internacional, Universidade Estadual de Feira de Santana, Belo Horizonte.

Rapini A, Ribeiro PL, Lambert S, Pirani JR (2008) A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. Megadiversidade 4:1-9.

Ratter JA, Ribeiro JF, Bridgewater S (1997) The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80:223-230.

Ribeiro JF, Walter BMT (2008) As principais fitofisionomias do bioma Cerrado In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF (eds) Cerrado: Ecologia e Flora. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília DF.

Saddi N (1994) Phytogeography study in the genus *Kielmeyera* Martius (Guttiferae). Publicações Avulsas do Herbário Central 8.

Sano EE, Rosa R, Brito JLS, Ferreira LG, Bezerra HS (2009) Mapeamento da cobertura vegetal natural e antrópica do bioma Cerrado por meio de imagens Landsat ETM+. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto:1199-1206.

Silva JMC, Bates JM (2002) Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience* 52:225-233.

Silva FAM, Assad ED, Evangelista BA (2008) Caracterização climática do Bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF (eds) Cerrado: Ecologia e Flora. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília DF.

Simon MF, Proença C (2000) Phytogeographic patterns of *Mimosa* (Mimosoideae, Leguminosae) in the Cerrado biome of Brazil: an indicator genus of high-altitude centers of endemism? *Biological Conservation* 96:279-296.

Van der Hammen, T. 1983. The palaeoecology and palaeogeography of savannas. In: Bourlière F (ed) Tropical savannas. Elsevier, Amsterdam.

Vides-Almonacid R, Reichle S, Padilla F (2007) Planificación ecorregional del Bosque Seco Chiquitano. Fundación para la conservación del bosque Chiquitano, The Nature Conservation, Santa Cruz.

Walter BMT (2001) A pesquisa botânica na vegetação do Distrito Federal, Brasil. In: Cavalcanti TB, Ramos AE (eds) Flora do Distrito Federal, Brasil. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília DF.



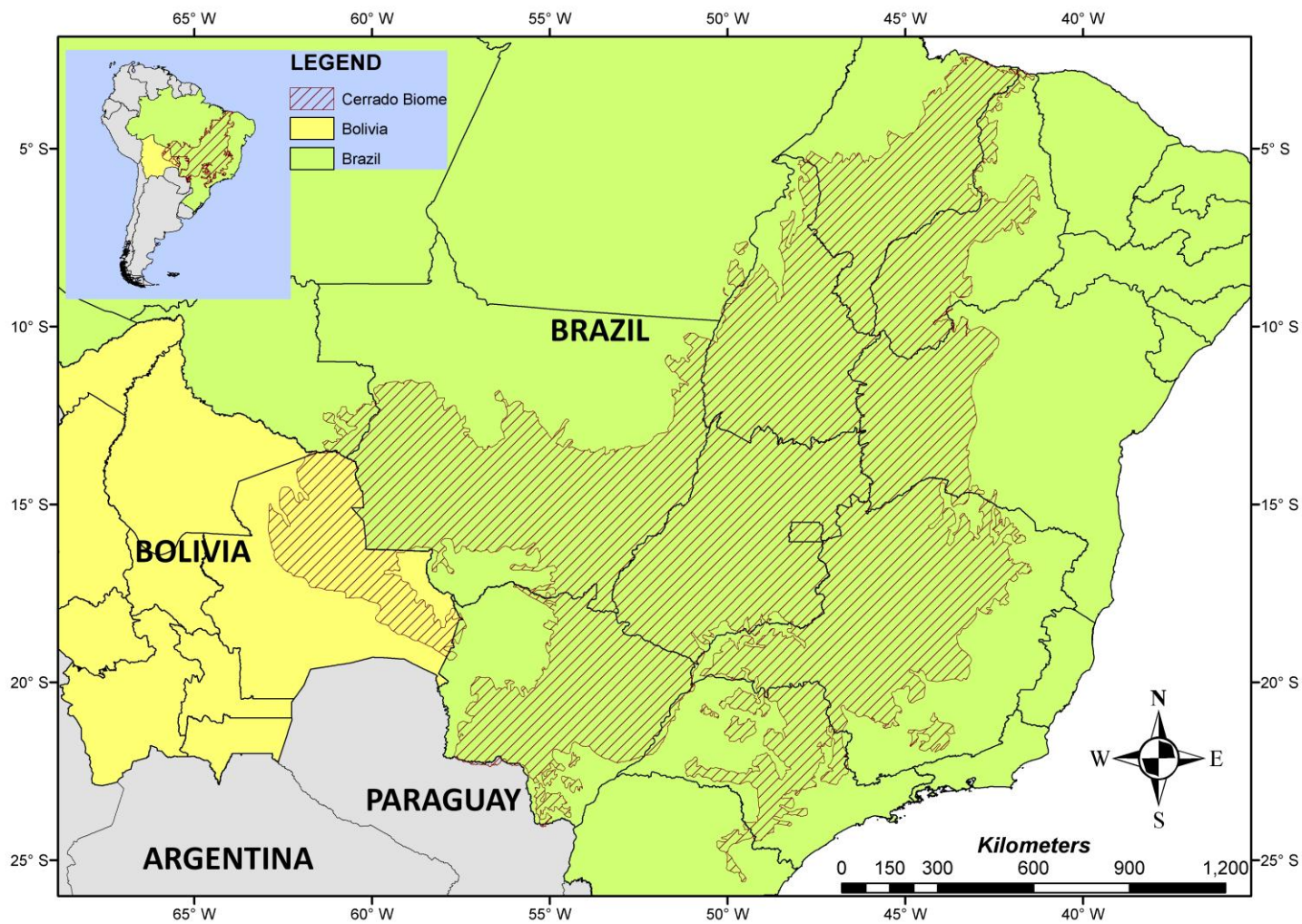
Walter BMT (2006) Fitofisionomias do Bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. Tese. Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Brasília DF.

Zappi DC, Lucas E, Stannard BL, Lughadha E, Pirani JR, Queiroz LP, Atkins S, Hind N, Giulietti AM, Harley RM, Mayo SJ, Carvalho AM (2002) Biodiversidade e conservação na Chapada Diamantina, Bahia: Catolés, um estudo de caso. In: Araújo EL, Moura AN, Sampaio EVSB, Gestrinári LMS, Carneiro JMT (eds) Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Imprensa Universitária, Recife.

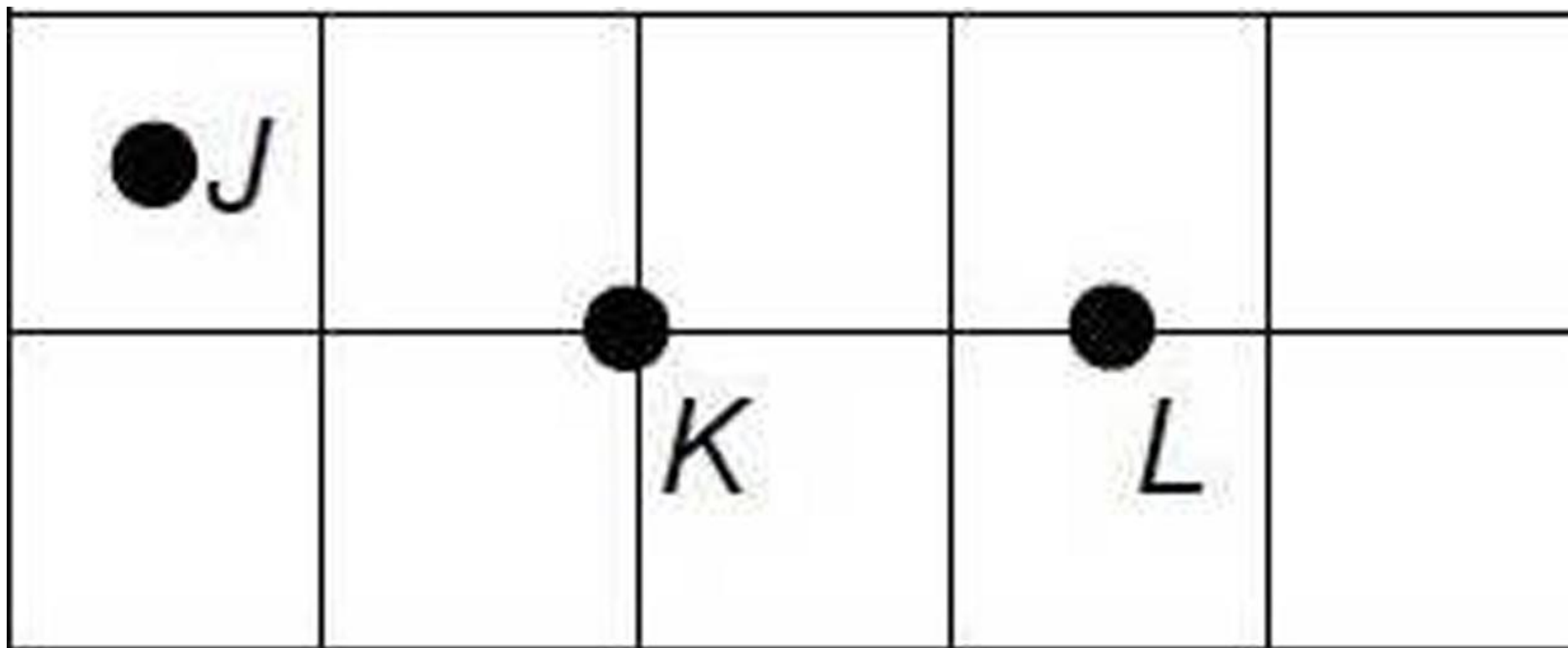
**Tabela 1** Lista dos táxons indicadores, especialistas que trabalharam nas identificações e herbários onde trabalham.

Família	Gênero	Nome do Especialista	Instituição
<b>Loranthaceae</b>		Claudenir Simões Caíres	UB
<b>Viscaceae</b>		Claudenir Simões Caíres	UB
<b>Araceae</b>		Eduardo Gomes Gonçalves	UB
<b>Bromeliaceae</b>		Zenilton de Jesus Gayoso Miranda; Roberto Vasquez	CEN; V
<b>Orchidaceae</b>	<i>Cyrtopodium</i>	Luciano de Bem Bianchetti; Roberto Vasquez	CEN; V
<b>Orchidaceae</b>	<i>Habenaria</i>	Luciano de Bem Bianchetti; Roberto Vasquez	CEN; V
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Jacaranda</i>	Carolyn E. B. Proença; Rosana Farias Singer	UB
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tabebuia sensu lato</i>	Carolyn E. B. Proença; Rosana Farias Singer	UB
<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia</i>	Cássia Munhoz; Carlos Fabiano Cardoso	UB; USZ
<b>Leg. Mim.</b>	<i>Mimosa</i>	Marcelo Fragomeni Simon; Colin Hughes	CEN; K
<b>Poaceae</b>	<i>Paspalum</i>	Regina Célia de Oliveira; Steve Renvoize	UB; K
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium</i>	Carolyn E. B. Proença; Daniel Villarroel	UB
<b>Solanaceae</b>	<i>Solanum</i>	Michael Nee; Suelma Ribeiro Silva	NY; UB
<b>Asteraceae</b>	<i>Vernonia sensu lato</i>	Vanessa Lopes Rivera; Nicolas Hind	UB; K

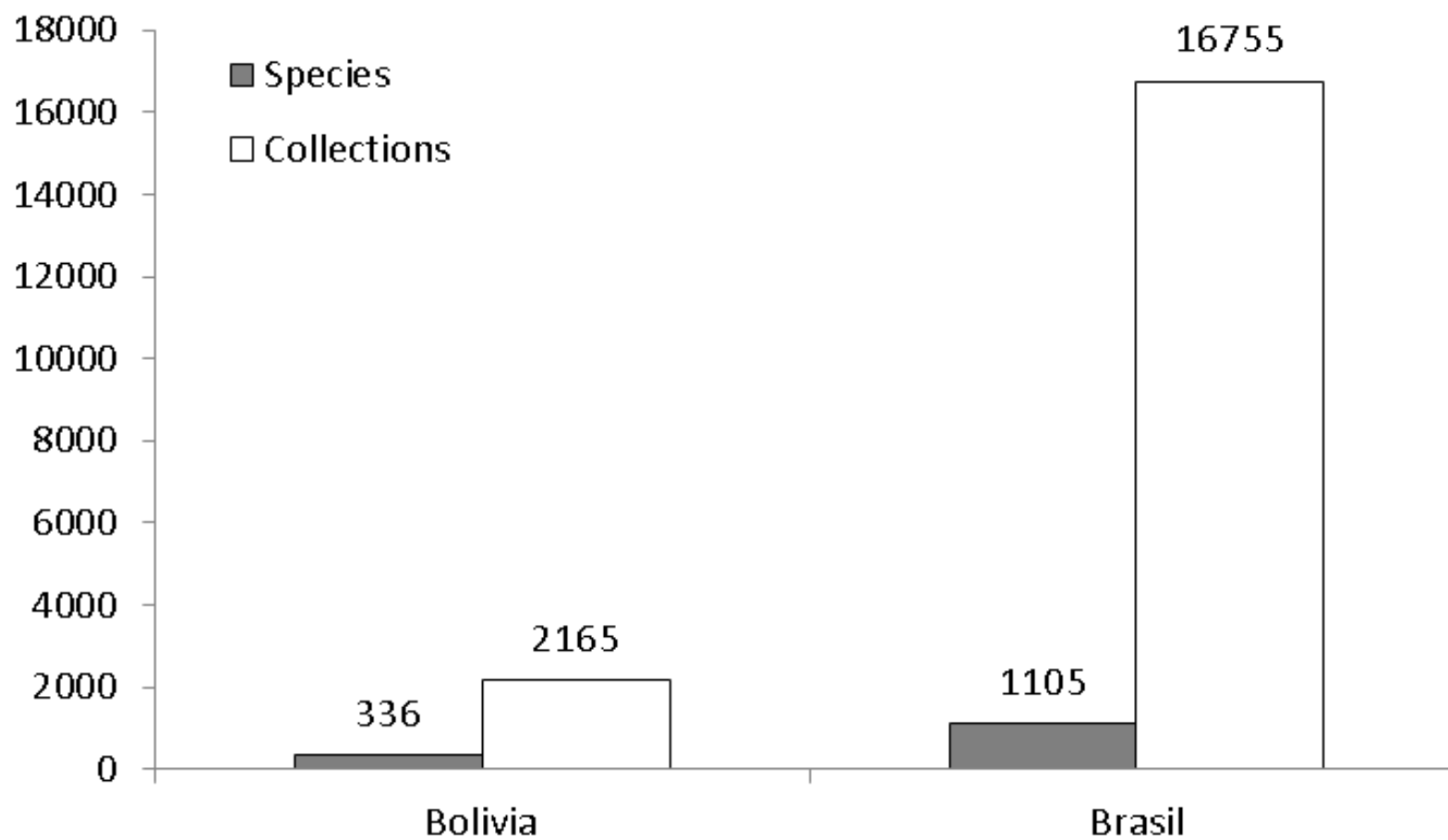
UB= Herbário da Universidade de Brasília; USZ= Herbário del Oriente Boliviano; K= Royal Botanic Gardens Kew; NY= New York Botanical Garden; CEN= EMBRAPA Cerrado - Recursos genéticos e biotecnologia; V= Herbarium Vasquecianum.



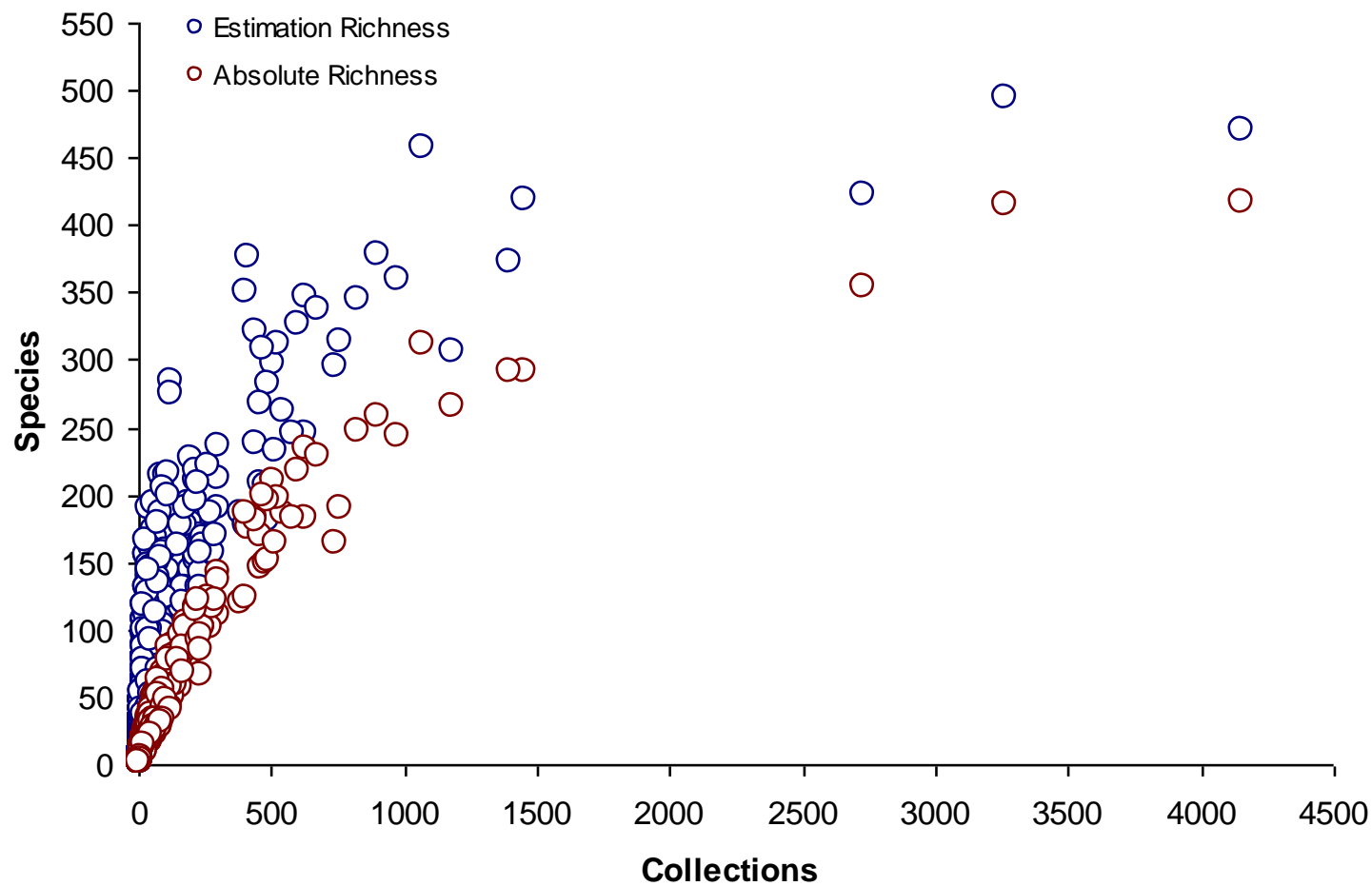
**Fig. 1** Limites da área de estudo (bioma Cerrado da Bolívia e do Brasil).



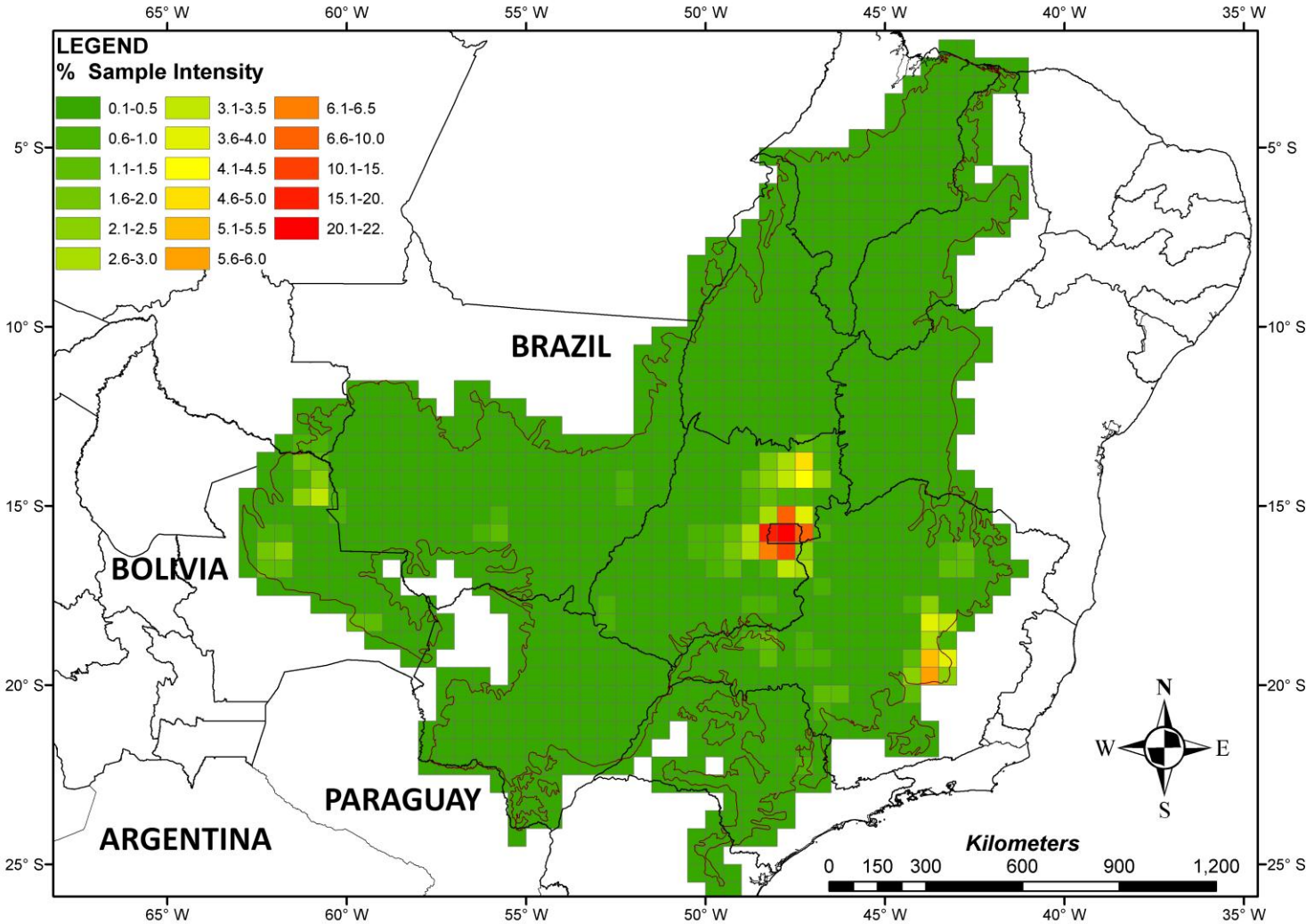
**Fig. 2** Tipos de posição que podem apresentar os pontos geográficos no momento da transformação ao sistema de quadrículas.



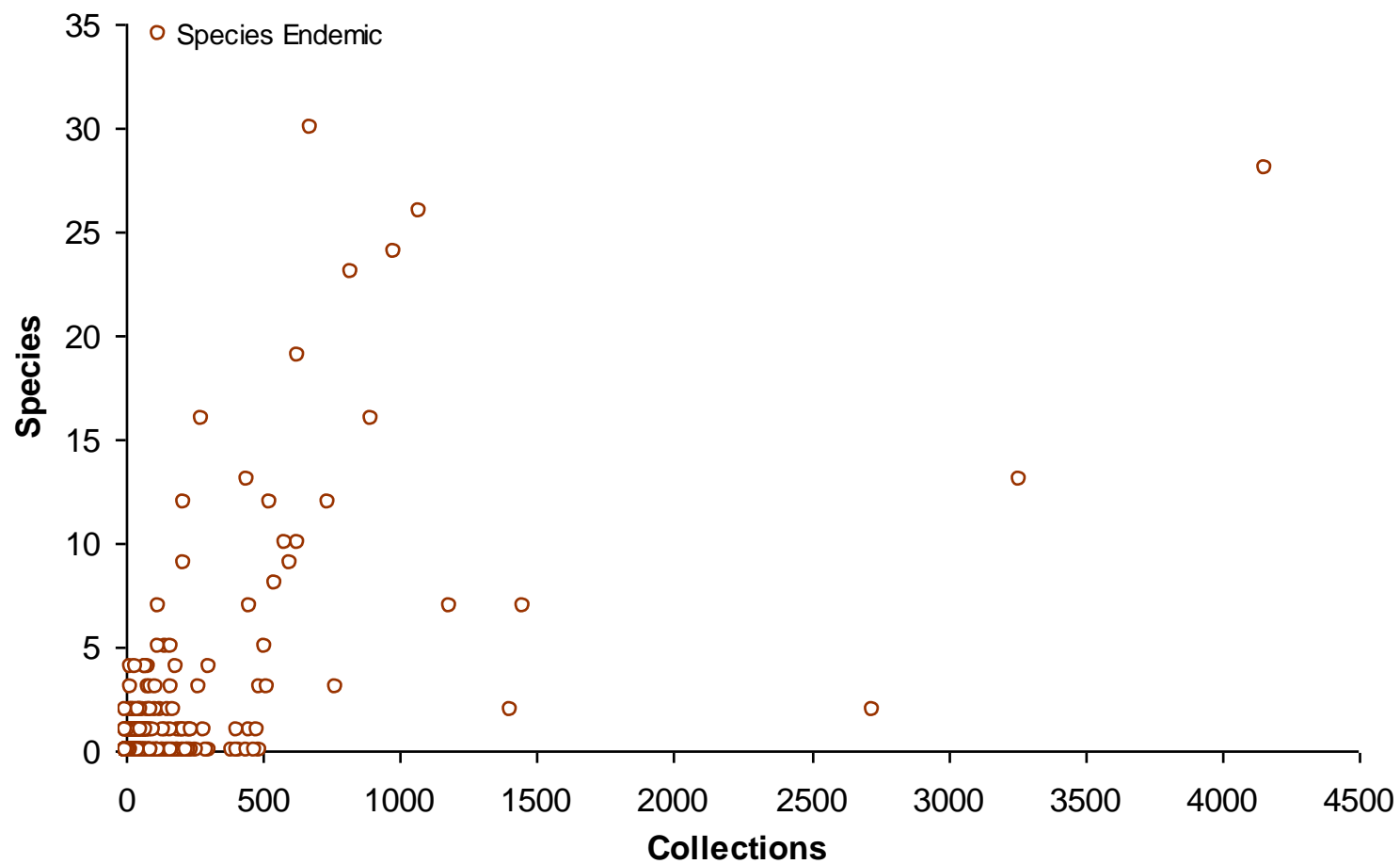
**Fig. 3** Número de espécies e coletas registradas no banco de dados do Cerrado boliviano e brasileiro dos 15 táxons utilizados.



**Fig. 4** Relação das variáveis “número de espécies por quadrícula” vs. “número de coletas por quadrícula” segundo o coeficiente de correlação de *Tau\_b de Kendall*. Riqueza de espécies  $n= 1017$ ,  $r^2= 0.942$ ,  $p < 0.01$ ; Estimativa da riqueza de espécies *Chao 2*  $n= 1017$ ,  $r^2= 0.839$ ,  $p < 0.01$ .

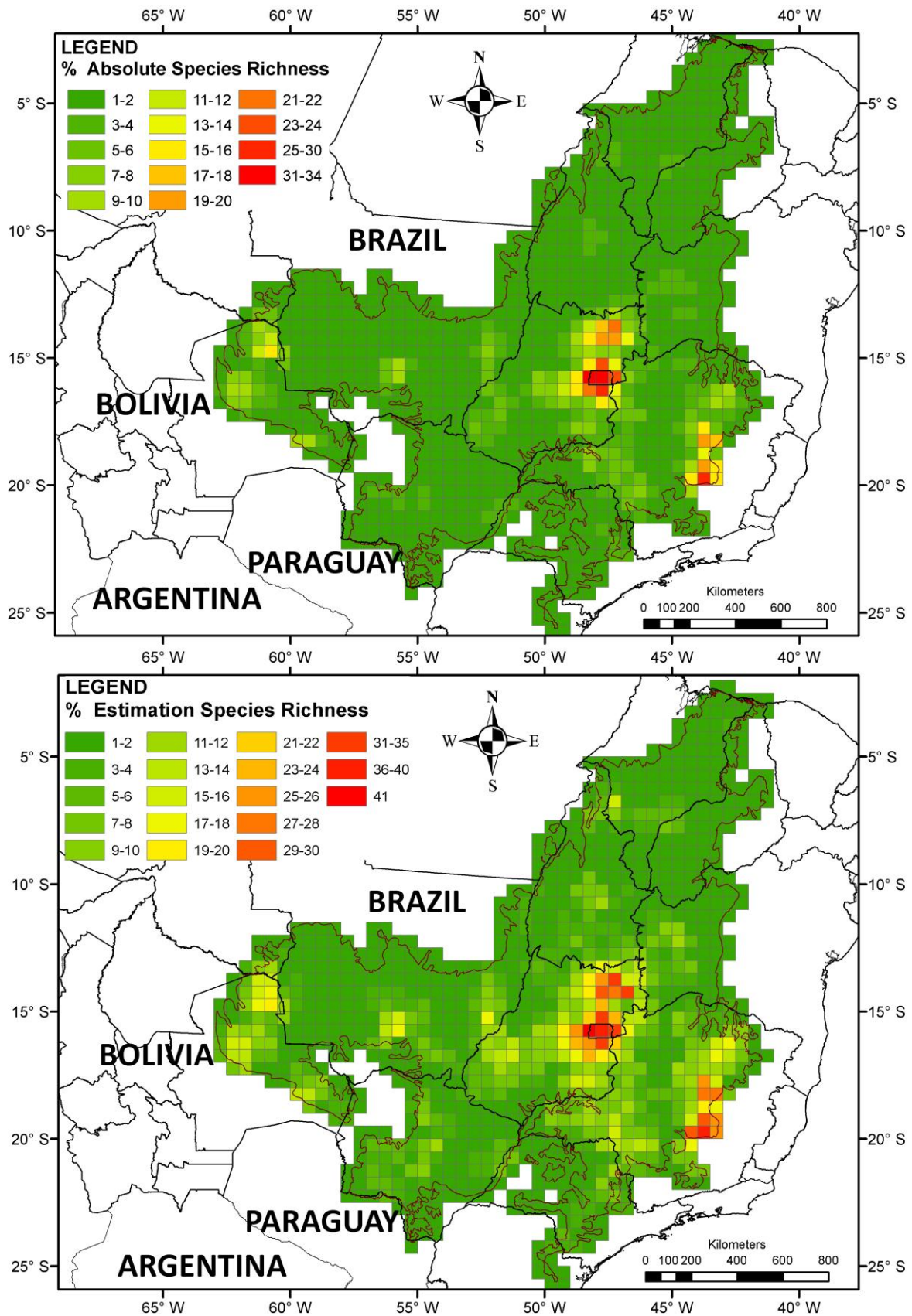


**Fig. 5** Identificação das áreas com maior intensidade de amostragem no bioma Cerrado da Bolívia e do Brasil.

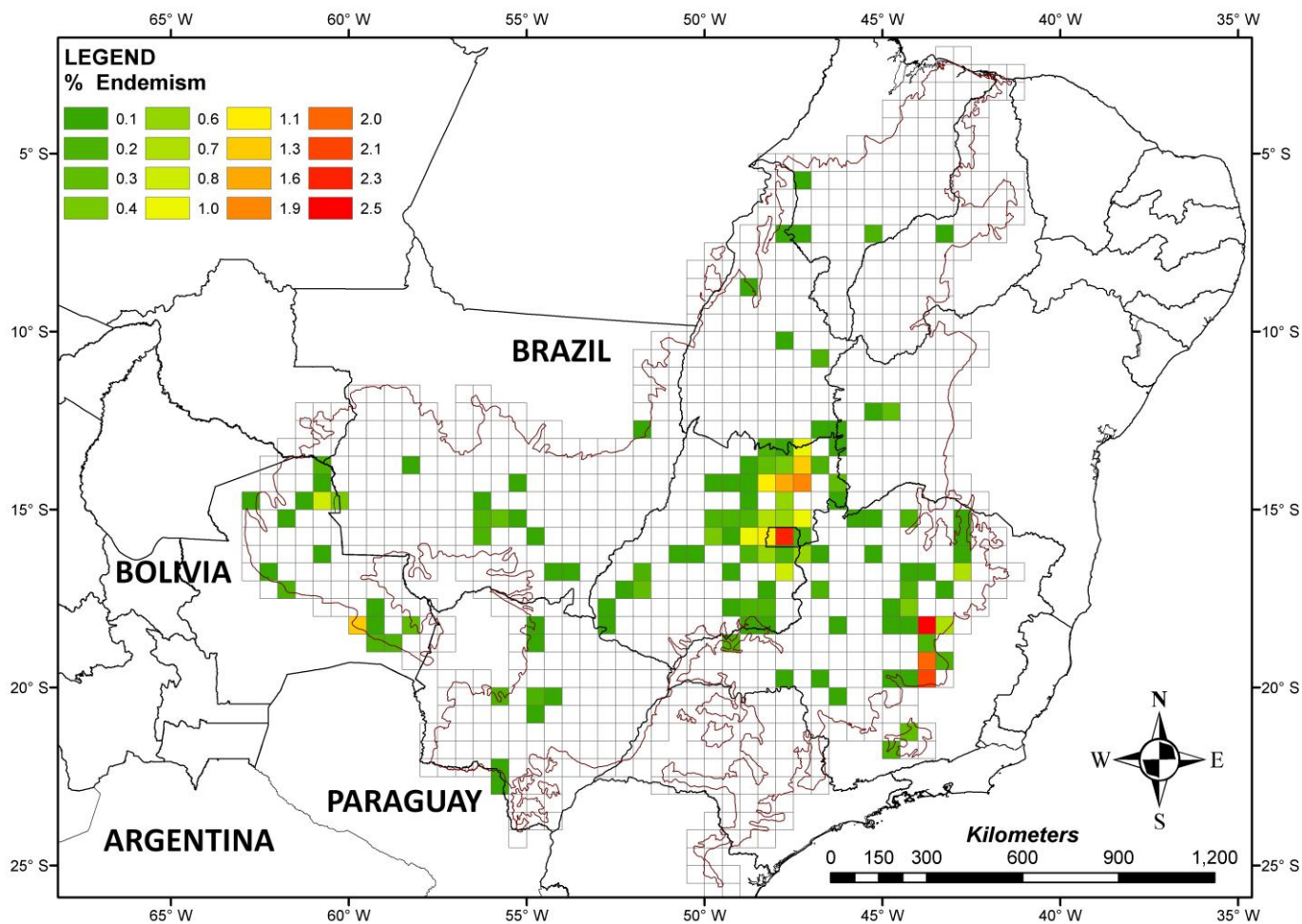


**Fig 6.** Relação das “variáveis número de espécies com endemismo local por quadrícula” vs. “número coletas totais por quadrícula” segundo o coeficiente de correlação de *Tau\_b de Kendall*. Riqueza de espécies  $n= 1017$ ,  $r^2= 0.472$ ,  $p < 0.01$ .

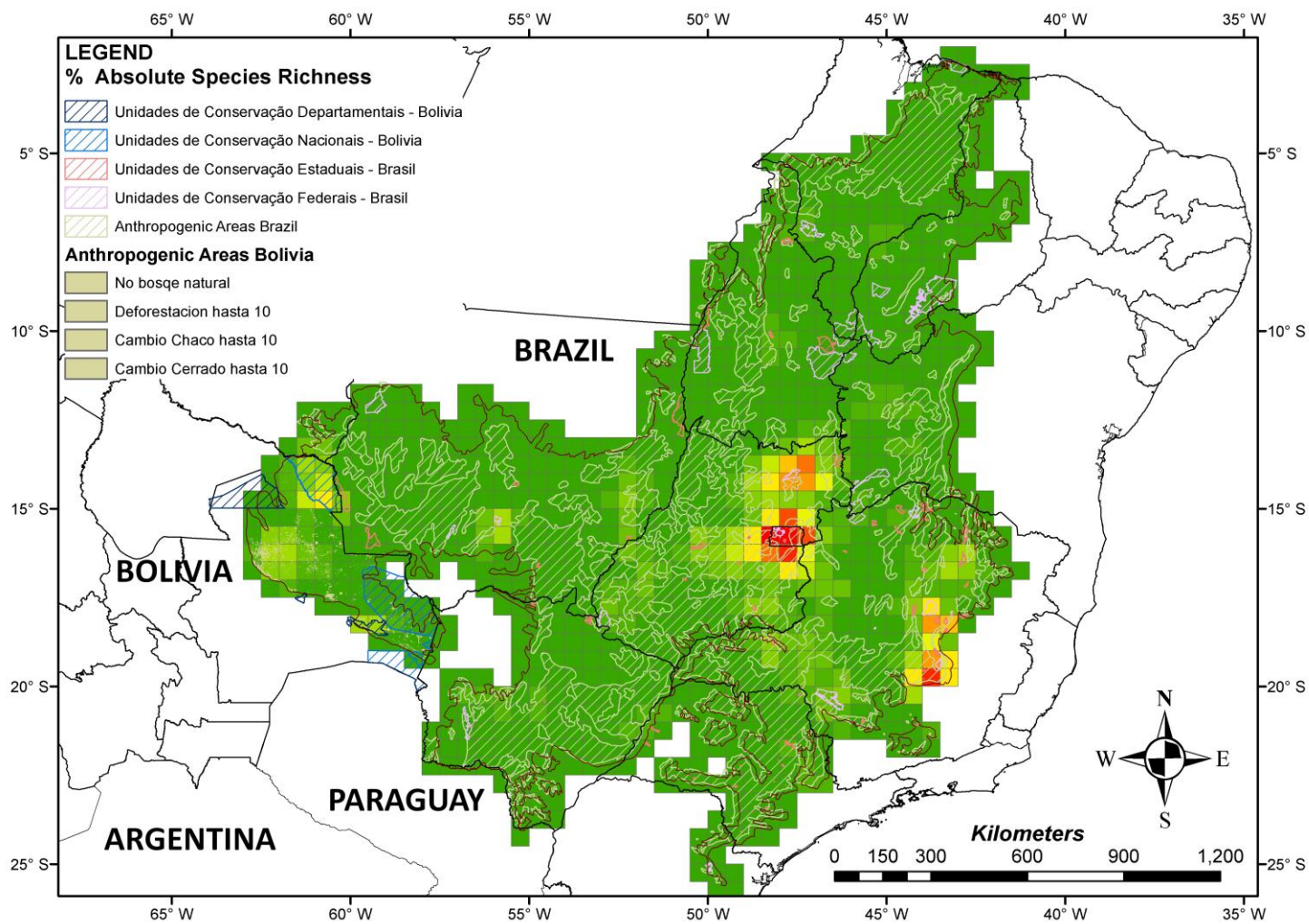




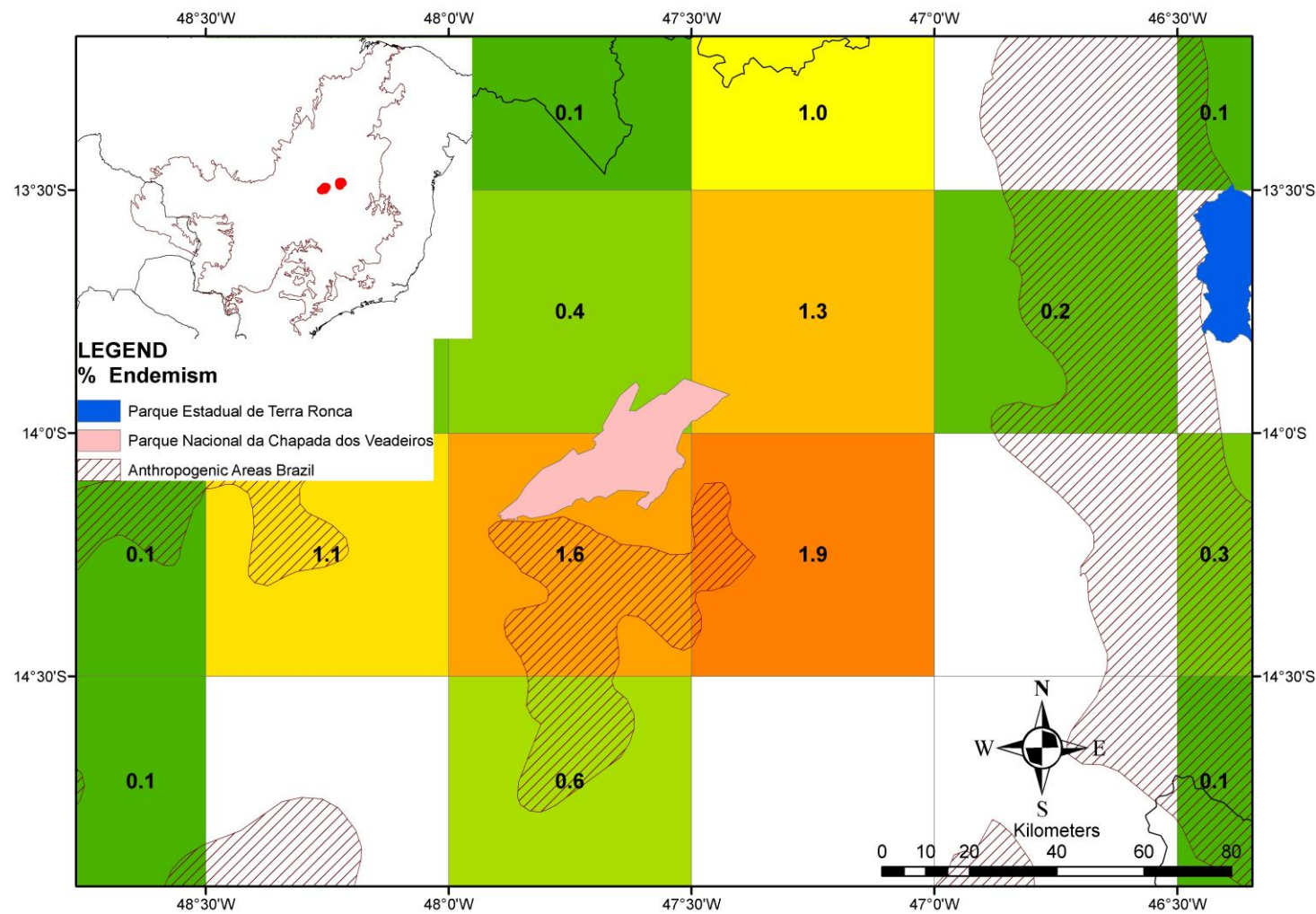
**Fig. 7** Porcentagem de riqueza de espécies absoluta e estimativa de riqueza de espécies por quadrículas no bioma Cerrado do Brasil e da Bolívia.



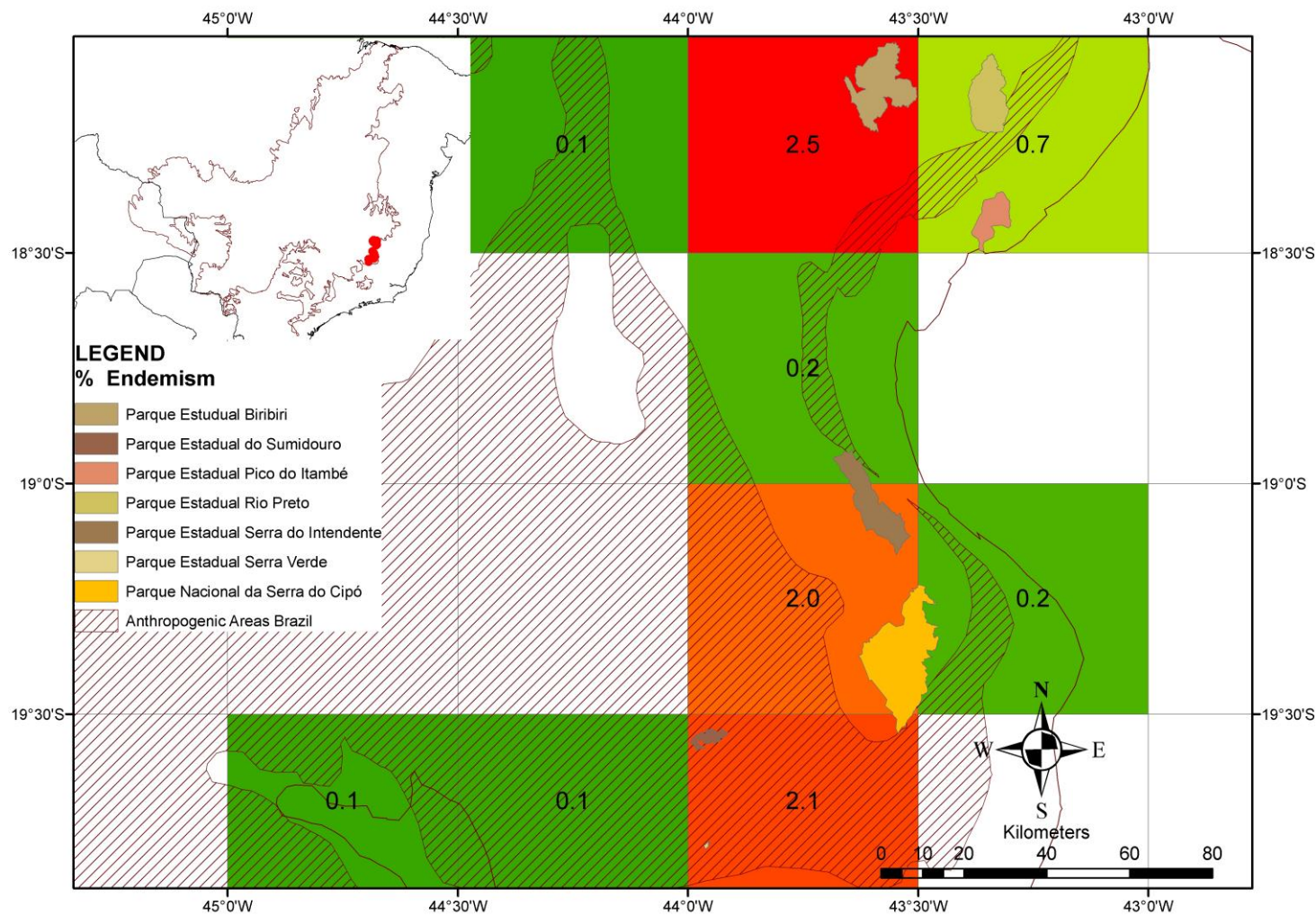
**Fig. 8** Quadrículas com presença de espécies com endemismo local, e seus valores porcentuais expressas em relação à porcentagem do número total de espécies utilizadas como táxons indicadores.



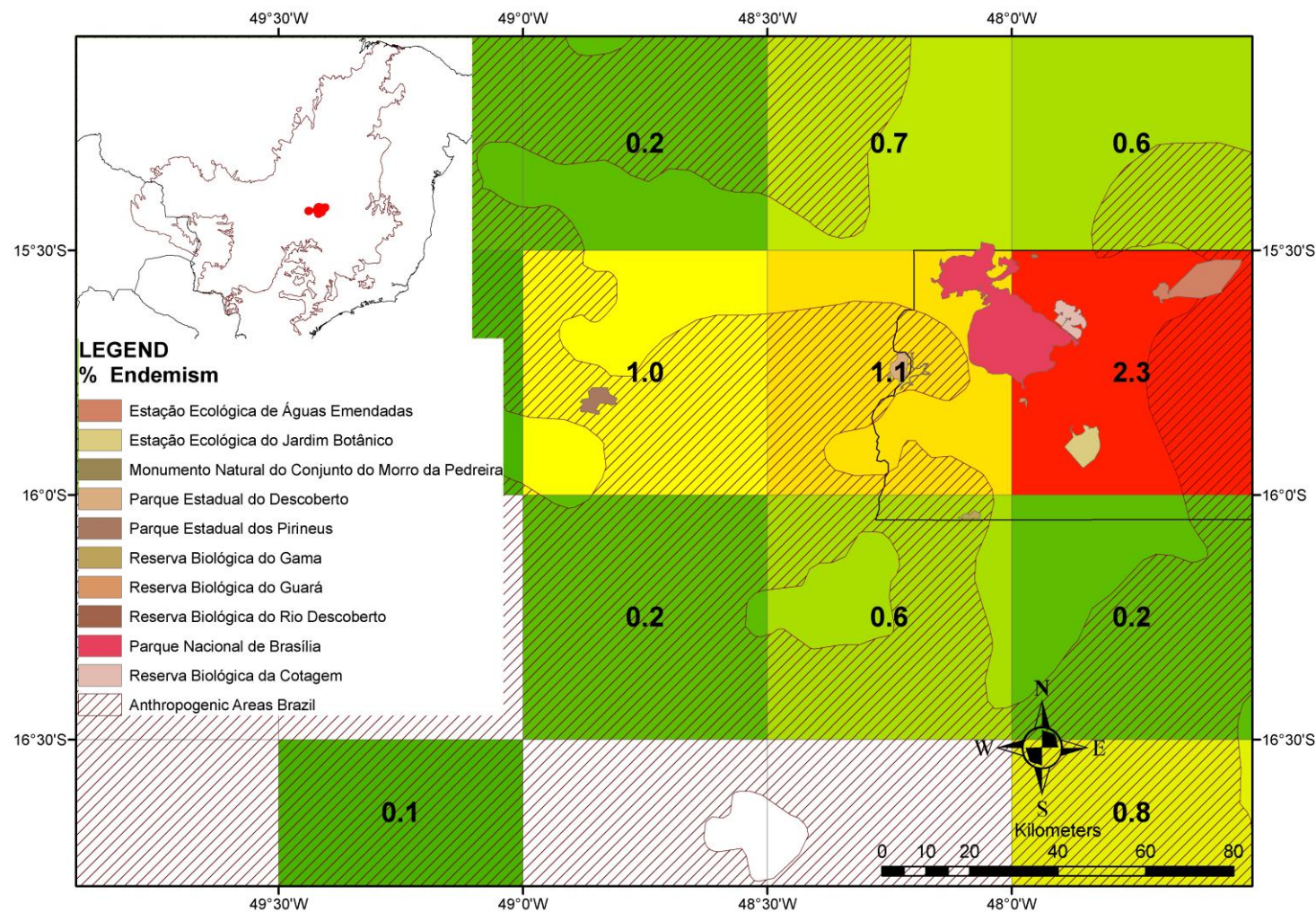
**Fig. 9** Sobreposição de Unidades de conservação, áreas antrópicas e mapa de riqueza de espécies do bioma Cerrado do Brasil e da Bolívia.



**Fig. 10** Áreas com maior endemismo, unidades de conservação e áreas antrópicas da região da Chapada dos Veadeiros.



**Fig. 11** Áreas com maior endemismo, unidades de conservação e áreas antrópicas da região da Sul da Cadeia do Espinhaço.



**Fig. 12** Áreas com maior endemismo, unidades de conservação e áreas antrópicas da região do Distrito Federal (+ contorno).

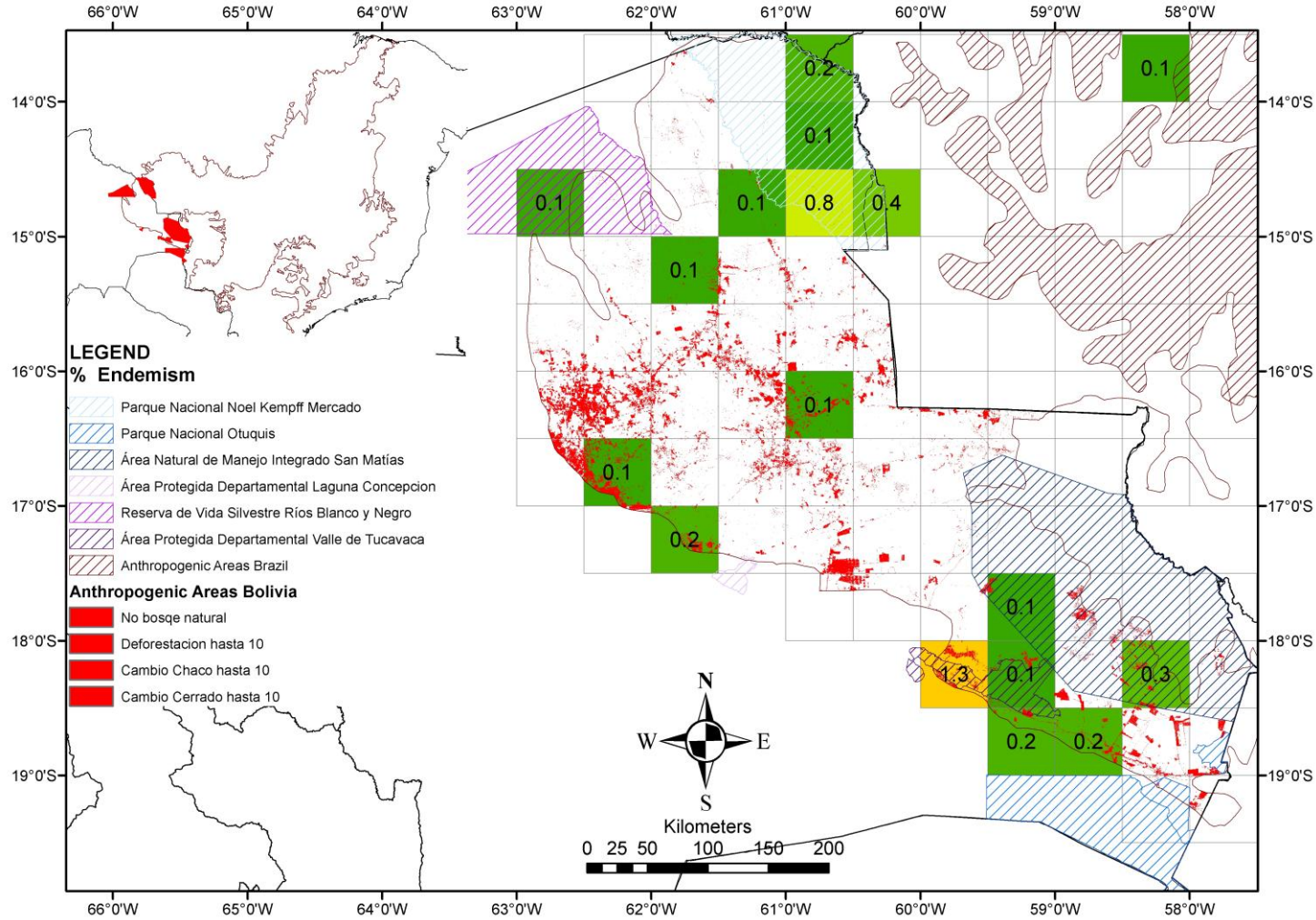


Fig. 13 Áreas con mayor endemismo, unidades de conservación e áreas antrópicas da região da Chapada de Huanchaca e Serra Chiquitan

A FAMÍLIA MYRTACEAE JUSS. NO CERRADO *SENSU LATO* DA BOLÍVIA:  
*CHECKLIST*, ECOLOGIA E RELAÇÕES FITOGEOGRÁFICAS

Daniel Villarroel<sup>1,2</sup>, Carolyn Elinore Barnes Proença<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Herbario del Oriente Boliviano, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (UAGRM), Casilla Postal 2489, Avenida Irala 565, Santa Cruz-Bolivia. E-mail: [danielvillarroel@hotmail.com](mailto:danielvillarroel@hotmail.com).

<sup>2</sup> Programa de pós-graduação em Botânica, Universidade de Brasília, CEP 70919-970, Brasília, DF, Brazil.

<sup>3</sup> Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, CEP 70919-970, Brasília, DF, Brazil. E-mail: [cproenca@unb.br](mailto:cproenca@unb.br).

## RESUMO

É apresentado um *checklist* comentado das espécies de Myrtaceae do cerrado *sensu lato* da Bolívia, assim como a distribuição espacial da riqueza de espécies, distribuição das mesmas segundo as formas de vida e fitofisionomias, e suas relações fitogeográficas com outras ecorregiões da Bolívia. Foram encontradas 60 espécies (57 spp. confirmadas e 3 spp. morfoespécies com status *aff.*) no cerrado *sensu lato*, distribuídas em 8 gêneros. Das 60 espécies, 14 são novos registros para a Bolívia e 5 são novas para a ciência. A distribuição da riqueza por forma de vida e fitofisionomia indicou que a maioria das espécies são arbustivas e estão presentes no cerrado *sensu lato*. As áreas com maior riqueza de espécies foram identificadas na região do Parque Noel Kempff Mercado localizada no extremo Norte e na Serra Chiquitana no extremo Sul. A análise de



similaridade florística com as outras ecorregiões da Bolívia, indicou que o cerrado *sensu lato* tem certa similaridade com as savanas inundáveis.

#### **ABSTRADT**

We presented a commented checklist of species of Myrtaceae of the cerrado *sensu lato* vegetation in Bolivia, as well as, the spatial distribution of species richness, distribution of life forms and fitofisionomy types, and their relationships with other phytogeographic ecoregions of Bolivia. We recorded 60 species (57 spp. confirmed and 3 spp. morphospecies with status *aff.*) in the cerrado *sensu lato*, distributed in 8 genera. Of the 60 species, 14 are new records for Bolivia and 5 are new to science. The distribution of richness by life forms and fitofisionomy types indicated that most species are shrubs and are present in the cerrado *sensu stricto*. The areas with higher species richness were identified in the north, in the region of the Noel Kempff Mercado National Park, and the south region in the Serranía Chiquitana. The analysis of floristic similarity of the cerrado *sensu lato* with other ecoregions in Bolivia, which has indicated some similarity with the flooded savannas.

## INTRODUÇÃO

A Bolívia é considerada como um dos países com maior diversidade alfa e beta da América Latina, por ter uma grande variabilidade topográfica, altitudinal, edáfica e climática, com formações vegetais como florestas tropicais e subtropicais, diversos tipos de savanas, e vegetação andina e xerofítica (Beck et al., 1993; Ibisch & Mérida, 2003).

Os conhecimentos sobre a flora boliviana ainda são escassos (Ibisch & Mérida, 2003), com poucas obras que abrangem estudos sobre todo o território nacional, como a de Foster (1958), que foi pioneiro na tentativa de catalogar a flora boliviana, ou a de Killeen et al. (1993) com a publicação do *Guia de Árboles de Bolivia*.

No entanto, nos últimos anos o conhecimento da flora boliviana tem crescido, com a realização de trabalhos regionais como floras, *checklists* e inventários fitossociológicos, mais especialmente enfocados na região andina, como o realizado no Parque Nacional Madidi (Jørgensen et al., 2005), Parque Nacional Amboró (Nee, 2007; Nee, 2009) e vários inventários fitossociológicos ou de índole ecológica como os de Vargas et al. (1994), Vargas (1996), Navarro (2002), Serrano (2003), Fuentes et al. (2004), Uslar et al. (2004), Araujo-Murakami et al. (2005), Bascopé & Jørgensen (2005), Caballero & Jørgensen (2005), Cabrera-Condarco (2005), Cayola et al. (2005), Quintana (2005) e Villarroel (2007), ficando a região das denominadas terras baixas do leste como as menos exploradas florísticamente quando comparadas à região andina.

Uma das ecorregiões encontrados nestas terras baixas do leste é o cerrado chiquitano (Ibisch *et al.* 2003), também denominados como *sabanas*, *sabanas arboladas* e *chaparrales esclerofilos* (Beck et al., 1993; Navarro, 2002; Navarro & Ferreira, 2004), mas também conhecida tecnicamente a nível internacional como cerrado *sensu lato* (Navarro, 2002; Walter, 2006; Ribeiro & Walter, 2008). A quantidade de estudos florísticos ou taxonômicos realizados e publicados desta ecorregião na Bolívia até agora

é muito baixa, entre os quais podemos citar os trabalhos florísticos e ecológicos realizados no Parque Nacional Noel Kempff Mercado por Mostacedo (1995) e Killeen & Schulenberg (1998), o estudo de gramíneas do escudo pré-cambrico por Killeen & Hinz (1992), e o catálogo de plantas de savana de Concepción por Killeen & Nee (1991).

Entre as famílias com maior importância ecológica e florística no Cerrado brasileiro (Ratter et al., 2003; Mendonça et al., 2008; Ribeiro & Walter, 2008) e boliviano (Beck et al., 1993; Killeen & Schulenberg, 1998; Navarro & Maldonado, 2002; Navarro & Ferreira, 2004) destaca-se Myrtaceae, por sua grande contribuição na estrutura das fitofisionomias lenhosas e diversidade de espécies.

No entanto, o conhecimento da riqueza florística e ecológica desta família na Bolívia, não só no cerrado *sensu lato*, mas também nas outras formações vegetais deste país, até o presente é deficiente. O último estudo desta família realizado por Galarza (1993) catalogou apenas 18 gêneros e 60 espécies para toda a Bolívia (considerando apenas táxons nativos), sendo a maioria delas arbóreas, forma de vida que no cerrado *sensu lato* é menos diversa (Mendonça et al., 2008).

O presente trabalho de investigação teve como propósito gerar informação atualizada sobre a riqueza de táxons da família Myrtaceae que ocorrem no cerrado *sensu lato* da Bolívia, mediante a elaboração de um *checklist* comentado, assim como também descrever o comportamento ecológico da família (hábito e habitat), identificar as áreas com maior riqueza de espécies, e as relações fitogeográficas com outras formações vegetais na Bolívia e na América Latina, acrescentando assim o conhecimento florístico, taxonômico e ecológico do Cerrado em geral e da biodiversidade boliviana.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### Área de estudo

O cerrado *sensu lato* na Bolívia (equivalente ao cerrado Chiquitano segundo a classificação de ecorregiões proposta por Ibisch *et. al.* 2003) está localizado principalmente no departamento de Santa Cruz, nas províncias Angel Sandoval, Chiquitos, Germán Busch, Ñuflo de Chávez e Velasco (Beck *et al.*, 1993; Navarro, 2002; Ibisch *et al.*, 2003) (Figura 1). Dentro desta região, o cerrado *sensu lato* está geralmente interagendo com outras formações vegetais (Navarro, 2002; Navarro & Ferreira, 2004; Vides-Almonacid *et al.*, 2007), ao sul com o Chaco, ao leste e sudeste com o Pantanal, a oeste e noroeste com a Floresta Amazônica e, principalmente em toda sua extensão com a Floresta Seca Chiquitana (Mamani *et al.*, 2010; Mamani *et al.*, 2011).

### Compilação da informação

Foi elaborado um banco de dados, que teve como referência inicial a lista de espécies da família Myrtaceae do *checklist* da flora da Bolívia, que está sendo elaborada sob a coordenação do Missouri Botanical Garden. Este banco de dados foi alimentado com informação das coleções que estão depositadas no Herbário do Oriente Boliviano (USZ) e o Herbário Nacional da Bolívia (LPB). Todas essas coleções foram revisadas, conferidas e identificadas pessoalmente pelo primeiro autor. Outra fonte de informação utilizada foi o banco de dados virtual do Missouri Botanical Garden (MO) e o New York Botanical Garden (NY). Vale comentar que antes da publicação do trabalho final os materiais depositados nesses herbários, terão suas determinações conferidas em viagem aquelas instituições a mesma que está programada para janeiro de 2012. No entanto como a maioria das determinações dos espécimes depositados nestes herbários

foi realizada pelos especialistas Maria Lucia Kawasaki (F) e Bruce Holts (SEL), estas foram tratadas como confiáveis preliminarmente.

O banco de dados foi composto dos seguintes itens: **a)** gênero; **b)** espécie e autor; **c)** província; **d)** localidade; **e)** longitude e latitude; **f)** nome do coletor principal; **g)** número da coleta; **h)** tipo da principal fitofisionomia do cerrado *sensu lato* onde a espécie foi coletada; **i)** forma de vida (subarbusto; arbusto; árvore). As denominações das fitofisionomias foram baseadas na nomenclatura de classificação proposta por Ribeiro & Walter (2008), sendo estes campo limpo (seco, úmido, com murundus), campo sujo (seco, úmido, com murundus), cerrado *sensu stricto* (ralo; típico; denso) e cerradão.

#### Expedições botânicas e tratamento dos espécimes

Foram realizadas c. 15 expedições de campo, de setembro de 2007 a março de 2011, com o apoio do projeto “*Diversidad de los Cerrados del Oriente Boliviano*”, coletando um total 213 espécimes.

Para uma maior confiabilidade na identificação dos espécimes, procurou-se coletar e fotografar a maioria das espécies em estado fértil, já que as identificações das espécies de Myrtaceae a partir de material estéril geralmente são pouco confiáveis (Landrum & Kawasaki, 1997).

Foi coletado um mínimo de quatro amostras por espécie, que foram secas em campo seguindo o protocolo de troca de papel de secagem, e depois enviadas ao herbário USZ, onde foram submetidas ao protocolo institucional para o tratamento de espécimes (desinfestação, refrigeração, separação, etiquetagem e montagem). As amostras estão depositadas principalmente no herbário USZ, com duplicatas em UB, LPB, K e algumas no MO (siglas segundo o *Index Herbariorum*).

O registro das imagens das espécies coletados foram obtidas de modo a ilustrar e detalhar a forma de vida, folhas, inflorescência, flores, frutos e outras características que poderiam caracterizar a espécie (caule, pilosidade, xilopódio, etc.).

#### Identificação dos espécimes

As identificações das amostras foram realizadas inicialmente no herbário USZ. Depois no herbário UB, estas foram conferidas com o auxílio da literatura (Berg, 1857; Landrum, 1986; Galarza, 1993; Sobral, 1993; Landrum & Kawasaki, 1997), consulta aos especialistas da família (Jair Eustaquio Quintino de Faria Júnior – gênero *Eugenia*, e Maria Lucia Kawasaki – família em geral) e a revisão de uma série de fotografias de tipos nomenclaturais, além de comparações com exsicatas do herbário UB.

#### Elaboração do *checklist*

A informação que contém o *checklist* é: **a)** nome científico; **b)** basiônimos ou sinônimos selecionados de uso comum ou cujo tipo provenha da Bolívia no caso de haver; **c)** distribuição na América Latina; **d)** distribuição política na Bolívia; **e)** distribuição política na área de estudo; **f)** nome do coletor; **g)** material testemunha; **h)** fitofisionomia que habita; **i)** forma de vida; e **j)** comentários sobre sua distribuição e características ambientais. Este formato é semelhante ao utilizado no *checklist* da flora do bioma Cerrado do Brasil elaborado por Mendonça et al. (2008), exceto pelo item **j** que não aparece nessa obra. O sistema de classificação de gêneros utilizados foi o proposto no *checklist* de Myrtaceae do Mundo (Govaerts et al., 2008).

Variabilidade da riqueza de espécies em relação aos habitats e formas de vida

A forma de vida e a preferência das espécies por um determinado tipo de habitat foram obtidas inicialmente dos dados das etiquetas das coleções botânicas dos herbários USZ, LPB e dos bancos de dados virtuais dos herbários MO e NY. Esta informação foi corroborada durante as expedições de campo.

A determinação da riqueza de espécies dentro de cada um dos tipos de hábitat e pelas formas de vida foi obtida a partir do somatório do número de espécies por cada uma delas. Os resultados foram expressos em histogramas comparativos, utilizando dados absolutos. A relação da riqueza de espécies com respeito ao tipo de hábito e forma de vida foram expressos por ordenação, seguindo o modelo do Análises de Correspondência sem Tendências (Detrended correspondence analysis - DCA – DECORANA) (Hill & Gauch, 1980), mediante a utilização do número de registros de todas as espécies para cada um dos hábitats. A similaridade de espécies entre hábitats foi analisada mediante uma análise de agrupamento de duas vias (Two-way Cluster Analysis) (Madeira & Oliveira, 2004) usando o coeficiente de similaridade de *Jaccard* (Magurran, 1988; Moreno, 2001).

#### Identificação das áreas com maior riqueza

Estas áreas foram identificadas mediante a quantificação do número de espécies em quadrículas geográficas de 0,25° de longitude x 0,25° de latitude. Também foi realizada uma estimativa da riqueza de espécies mediante o modelo de *Chao 2* (Chao, 1984) e *Jackknife de 2° ordem* (Palmer, 1990; Moreno, 2001). Todos estes cálculos foram realizados com o programa *DIVA-GIS* versão 5.4 (Hijmans et al., 2005). Os resultados foram expressos em intervalos de riqueza.

#### Afinidade e originalidade fitogeográfica

A partir do *checklist*, foi pesquisada a distribuição das espécies em outras formações vegetais na Bolívia utilizando o sistema de ecorregiões proposta por Ibisch et al. (2003). Para este fim, foram elaboradas listas de espécies da família Myrtaceae que ocorrem em cada ecorregião baseado principalmente nos espécimes dos herbários LPB e USZ, banco de dados virtual do MO e NY, e a consulta bibliográfica de Floras, *Check-list*, inventários florísticos, fitosociológicos e caracterizações ecológicas (Beck et al., 1993; Galarza, 1993; Vargas et al., 1994; Vargas, 1996; Serrano et al., 1997; Uslar, 1997; Killeen et al., 1998; Killeen & Schulenberg, 1998; Navarro, 2002; Jardim et al., 2003; Mostacedo et al., 2003; Serrano, 2003; Fuentes et al., 2004; Uslar et al., 2004; Araujo-Murakami et al., 2005; Bascopé & Jørgensen, 2005; Caballero & Jørgensen, 2005; Cabrera-Condarco, 2005; Cayola et al., 2005; Quintana, 2005; Killeen et al., 2005; 2006; Nee, 2007; Vides-Almonacid et al., 2007; Villarroel, 2007; Villegas et al., 2008; Villarroel et al., 2009; Mostacedo et al., 2010; Villarroel et al., 2010). Também foi pesquisada na literatura a ocorrência das espécies em outros países e biomas da América Latina.

Desta forma determinou-se quais espécies têm distribuição restrita ao Cerrado, e quais têm ampla distribuição, ou tem distribuição disjunta.

#### Elaboração de chaves taxonômicas

Foi criada uma chave taxonômica no nível de gêneros, utilizando o sistema dicotômico. Os dados utilizados na criação da chave foram baseados principalmente nos caracteres das flores e frutos, já que estas são os caracteres mais importantes para realizar identificações com uma alta confiabilidade na família Myrtaceae (McVaugh, 1958; Landrum & Kawasaki, 1997).



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Banco de dados e riqueza de espécies

O total de espécimes registrados no banco de dados foi de 579, e estão agrupados em 8 gêneros, 57 espécies e 3 morfoespécies (identificações com status de *aff.*) (Figura 2). Os gêneros com maior riqueza de espécies foram *Eugenia* (21 espécies; 3 morfotipos; incluindo *Hexachlamys* e *Calycorectes*) e *Myrcia* (18 espécies; incluindo *Gomidesia*). Os gêneros *Blepharocalyx*, *Calyptranthes*, *Campomanesia* e *Plinia* foram representados apenas por uma espécie (Tabela 1).

Este número de gêneros ocorrentes no cerrado *sensu lato* representam 44 % do total de gêneros nativos presentes na Bolívia (Galarza, 1993; Villarroel com. pes.). Esta riqueza genérica ultrapassa a encontrada em oito das 12 ecorregiões da Bolívia, sendo superada apenas pelo Bosque Tucumana-Boliviana, Floresta do Sudeste da Amazônia e Yungas, estas três tem uma maior superfície que o cerrado *sensu lato*. Assim, apesar de ter superfície menor em comparação às outras ecorregiões, o cerrado *sensu lato* possui uma alta representatividade genérica da família Myrtaceae na Bolívia.

A riqueza de gêneros do cerrado *sensu lato* da Bolívia comparada com o do Brasil é baixa, já que no Brasil a família Myrtaceae está representada por 16 gêneros (Mendonça *et. al.* 2008). Os gêneros *Marlierea* Cambess., *Pimenta* Lindl., *Siphoneugena* O. Berg, *Calycolpus* O. Berg, *Myrceugenia* O. Berg, *Accara* Landrum e *Neomitranthes* D. Legrand, não estão representados no cerrado *sensu lato* da Bolívia, embora os três primeiros ocorrem em outras formações vegetais da Bolívia, como Amazônia, Floresta Tucumana-Boliviana e Yungas (Galarza, 1993; Serrano *et al.*, 1997; Navarro, 2002; Navarro & Ferreira, 2004; Jørgensen *et al.*, 2005), e os quatro seguintes não são registradas dentro do território boliviano.

Segundo o Guia de Árvores da Bolívia (Galarza, 1993), que incluiu principalmente espécies arbóreas, e algumas arbustivos e subarbutivos da família Myrtaceae, a riqueza de espécies conhecida até 1993 na Bolívia, era de 64 espécies, dos quais apenas 15 estão presentes no cerrado *sensu lato*. Recentemente, Vides-Almonacid et al. (2007), indicaram que na região da Chiquitanía, que não inclui apenas as fitofisionomias do cerrado *sensu lato*, mas também formações florestais, a riqueza de espécies da família Myrtaceae foi representada por 32 espécies (corrigidas para número de espécies válidas atualmente segundo Govaerts et al. (2008).

Portanto, baseado nestas referências, este trabalho aumentou em pelo menos 50 % o número de espécies da família Myrtaceae na região Chiquitana. Além disso, determinamos que a riqueza de espécies ocorrentes no cerrado *sensu lato* foi maior em comparação às outras formações vegetais, mesmo aquelas que apresentaram maior número de gêneros (Figura 2).

No entanto, a riqueza de espécies ocorrente no cerrado *sensu lato* da Bolívia, é baixa em comparação com o do Brasil, com uma diferença de aproximadamente 171 espécies segundo o *checklist* de Mendonça et al. (2008) (número de espécies quantificadas a partir das que ocorrem no cerrado *sensu lato*).

### *Checklist*

Do total de espécies registradas no cerrado *sensu lato* da Bolívia (Tabela 1), as espécies *Calyptranthes bipennis* O. Berg, *Eugenia orbignyana* O. Berg, *E. suberosa* Cambess., *Myrcia anomala* Cambess, *M. subsessilis* O. Berg, *M. regnelliana* O. Berg e *Psidium striatum* DC., não são citadas no *checklist* da flora do bioma Cerrado (Mendonça et al., 2008), mas tem ocorrência registrada neste bioma no Brasil, segundo consulta a material de herbário e outras literaturas.

Sete das espécies registradas no *checklist* (Tabela 1) até agora só ocorrem no cerrado boliviano, das quais cinco são novas espécies para a ciência (Anexo 2; Anexo 3; Anexo 4, Anexo 5). As outras duas são *Eugenia cydoniifolia* O. Berg, que antes desta pesquisa era conhecida somente da coleta tipo, e *Myrcia haenkeana* (O. Berg) Mattos, que também era conhecida apenas da literatura e do material tipo, mas não foi encontrada na área de estudo durante todo o trabalho de campo e na revisão das amostras nos herbários.

A espécie *Eugenia cydoniifolia* O. Berg foi coletado pelo naturalista Francês Alcide Charles Victor Marie Dessalines d'Orbigny em 1842 na região denominada como Chiquitos, e descrita por Otto Karl Berg (Berg, 1857) na Flora Brasiliensis. *Myrcia haenkeana* (O. Berg) Mattos foi coletada pelo naturalista alemão Thaddäus Xaverius Peregrinus Haenke, o espécime tipo não tem número de coleta e nem data, indicando só como local de coleta a região de Chiquitos. Esta última espécie foi originalmente descrita e publicada como *Gomidesia haenkeana* O. Berg na Flora Brasiliensis por Otto Karl Berg (Berg, 1857). Durante três anos de trabalho de campo intensivo na região Chiquitana (cerrado *sensu lato* + Mata Seca + Floresta Úmida), só foi coletada *E. cydoniifolia*, mas não *M. haenkeana*.

Um das possíveis explicações da ausência de coleta de *M. haenkeana* é que o local da coleta do tipo (região de Chiquitos) seja errônea, já que segundo os dados históricos das explorações de Haenke na Bolívia, quase provavelmente não fez coleções nessa região (M. Nee 2011, com. pess.) enfocando seus esforços de coleta principalmente na região andina. Outra possível explicação é que atualmente a planta esteja extinta, já que não há coleção conhecida da região Chiquitana, nem de outro lugar.

Das 60 espécies identificadas no *checklist*, 14 são novos registros para a flora boliviana, sendo estas: *Eugenia angustissima* O. Berg, *E. gemmiflora* O. Berg, *E. klotzschiana* O.

Berg, *E. paranahybensis* O. Berg, *E. pitanga* (O. Berg) Kiaersk., *E. sonderiana* O. Berg, *Myrcia dasyblasta* O. Berg, *M. lingua* O. Berg, *M. laruotteana* Cambess., *M. torta* DC., *Psidium missionum* Legr. *P. myrsinites* Mart. ex DC., *P. hians* Mart. ex DC. e *P. grandifolium* Mart. ex DC. Consideramos a *Myrcia dasyblasta* e *M. torta* como nomes aceites, já que estas apresentam características morfológicas suficientes para sua distinção, divergindo assim do *checklist* de Myrtaceae do Mundo (Govaerts et al., 2008) onde são citadas como sinônimos.

*Psidium hians* Mart. ex DC., erroneamente considerada como sinônimo de *Campomanesia pubescens* (Mart. ex DC.) O.Berg por Landrum (1986), também foi tratado como um nome aceite, já que após de comparar descrições, imagens das amostras tipos, e material de herbário, determinamos que estas duas espécies são consideravelmente distintas, portanto não devem ser consideradas como sinônimos. *Psidium nutans* O. Berg foi tratado como sinônimo de *P. hians*, pois estas duas espécies não possuem características morfológicas e biogeográficas suficientes para uma clara diferenciação (Anexo 5). Desta maneira utilizamos *P. hians* como o nome aceite por ser o nome mais antigo para este taxon.

#### Riqueza de espécies por formas de vida

A designação de uma forma de vida, não só das espécies da família Myrtaceae, mas também da flora lenhosa em geral que compõe o cerrado *sensu lato* é muito complexa, já que a forma de vida que os indivíduos de uma espécie muitas vezes adotam depende dos fatores abióticos, tais como profundidade do solo, umidade ou profundidade do lençol freático e da frequência do fogo.

Esta variabilidade na forma de vida foi observada nas espécies da família Myrtaceae durante as expedições de campo e durante a revisão das amostras depositadas nos

herbários USZ e LPB, já que 27 % das espécies comumente apresentaram dois tipos de hábito (Figura 3).

A distribuição do número de espécies de acordo a forma de vida, determinou que 42 pudessem adotar o hábito arbustivo (9 arbóreo-arbustivo + 15 arbustivo + 18 arbustivo-subarbustivo), e 24 o hábito subarbustivo (18 arbustivo-subarbustivo + 6 subarbustivo) (Figura 2). Assim, as formas de vida arbustiva e subarbustiva são as que apresentam a maior riqueza de espécies da família no cerrado *sensu lato* da Bolívia.

Estas duas formas de vida com maior número de espécies da família Myrtaceae no cerrado *sensu lato* da Bolívia, são as que no bioma Cerrado do Brasil alcançam também os níveis mais altos de riqueza de espécies lenhosas, englobando 38.1 % da flora total, sendo a forma arbustiva, com 20.2 % a mais rica, em relação à subarbustiva (17.9 %) (Mendonça et al., 2008).

#### Riqueza de espécies por fitofisionomias

A distribuição de espécies segundo as quatro principais fitofisionomias do cerrado *sensu lato*, indicou o cerrado *sensu stricto* como a que tem a maior riqueza de espécies da família (Figura 4). Os valores de riqueza mais baixos foram obtidos para o campo limpo, onde a cobertura lenhosa é quase nula (Navarro, 2002; Walter, 2006; Ribeiro & Walter, 2008).

O gráfico da distribuição da riqueza de espécies por fitofisionomia (Figura 4) indicou que estes valores aumentam a medida em que aumenta a cobertura e a densidade de indivíduos lenhosos de uma fitofisionomia para outra, alcançando o nível mais alto de riqueza no cerrado *sensu stricto* onde a cobertura lenhosa pode chegar até 70 %, já no cerradão onde a cobertura lenhosa é de até 90% a riqueza cai consideravelmente.

Outro fator que pode influir na distribuição da riqueza de espécies por fitofisionomia são os edáficos, já que aparentemente as espécies desta família preferem solos com baixa fertilidade, com acidez forte a moderada e com altas taxas de alumínio, que são as características do solo no cerrado *sensu stricto* (Proença, 1991; Navarro, 2002; Walter, 2006, Reatto et al., 2008; Ribeiro & Walter, 2008).

A análise de similaridade de espécies entre fitofisionomias (Figura 5) indicou que existe uma maior afinidade de espécies entre o campo sujo e o cerrado *sensu stricto*, este mesmo padrão foi obtido por Walter (2006) ao comparar a similaridade florística geral do bioma Cerrado. O fato de que o campo limpo se apresenta como a fitofisionomia mais distinta das outras, se deve a sua baixa riqueza de espécies.

No entanto, o campo limpo, apesar de possuir uma baixa riqueza de espécies não deixa de ser uma fitofisionomia importante, já que nesta se apresentam duas espécies exclusivas e com endemismo local, se comparamos com as outras fitofisionomias que possuem uma riqueza maior, mas com a maioria de suas espécies amplamente distribuídas e uma taxa de endemismo local mais baixa.

A ordenação segundo a análise de DCA (Figura 6) corroborou os resultados obtidos com o dendrograma de similaridade (Figura 5), indicando que existe uma alta correlação na similaridade de espécies entre o cerrado *sensu stricto* - campo sujo, cerrado *sensu stricto* - cerradão, e campo sujo – campo limpo, além de expor as variações da predominância nas formas de vida entre uma fitofisionomia e outra (Figura 6).

Esta relação florística entre o cerrado *sensu stricto* com o campo sujo e o cerradão, se deve ao fato que o cerrado *sensu stricto* é uma fitofisionomia intermediária, apresentando também uma alta variabilidade de formas de vida tanto na família Myrtaceae, assim como da flora em geral (Walter, 2006; Ribeiro & Walter, 2008).

### Áreas com maior riqueza e endemismo de espécies

Foram identificados dois principais centros de riqueza de espécies de Myrtaceae de acordo com os valores totais e potenciais (estimativas de *Chao 2* e *Jackknife 2*). Estes centros são a região do parque Noel Kempff Mercado ao Norte, e a serra Chiquitana ao Sul; já a região central (Concepción + entorno) apresentaram uma riqueza de espécies moderada (Figura 7).

Estes resultados coincidem com estudos florísticos realizados na região do parque Noel Kempff por Killeen & Schulenberg (1998), que indicaram que essa área é a que possui a maior diversidade florística de toda a vegetação do cerrado na Bolívia. Nesta região, mais propriamente acima da chapada de Huanchaca, foi onde se encontrou o maior número de novos registros de espécies de Myrtaceae (seis espécies), além de duas espécies novas que são endêmicas dos campos úmidos do topo da chapada.

A serra Chiquitana, especificamente da Chapada de Chochis até Santiago de Chiquitos, considerada como a que tem o maior número de espécies endêmicas da flora do cerrado boliviano (Mamani et al., 2010; 2011), foi outra das áreas com maior riqueza de espécies de Myrtaceae. Nesta zona foram encontrados quatro novos registros e três morfoespécies do gênero *Eugenia* não identificadas, mas nenhuma espécie nova confirmada ou que tenha endemismo local desta região.

A região Central, apesar de ter uma riqueza de espécies moderada e a não ter sido encontrado nenhum novo registro, foi a que apresentou o maior número de espécies com endemismo local (quatro espécies), das quais três são novas para a ciência. Estudos florísticos gerais realizados nesta região também indicaram que a riqueza de espécies que possui é moderada e inferior as encontradas na região do Parque Noel Kempff Mercado (Killeen & Nee, 1991; Killeen & Hinz, 1992; Mamani et al., 2010; 2011), e na Serra Chiquitana (Mamani et al., 2010; 2011).

A alta riqueza de espécies encontrada na região do parque Noel Kempff Mercado e na Serra Chiquitana pode ser atribuída principalmente a dois fatores abióticos, sendo eles a variabilidade altitudinal produto das serras e chapadas, e a presença de nascentes hídricas. Provavelmente estas duas características refletem diretamente na formação de uma alta variabilidade fitofisionômica e, portanto numa alta riqueza de espécies, não só da família Myrtaceae, mas também da flora em geral; foi observada que na Serra de Sunsas, Morro Mutún, e outras áreas da região central (San Ramón e Concepción) a presença de nascentes hídricas é escassas ou faltam cursos de água permanentes, e variabilidade fitofisionômica e riqueza de espécies são baixas (Mamani et al., 2010; 2011).

#### Afinidades fitogeográficas

O resultado da comparação da composição de espécies de Myrtaceae do cerrado *sensu lato* com as outras ecorregiões da Bolívia, indicou que o cerrado tem uma maior similaridade com a ecorregião de savanas inundáveis (Figura 8) em comparação as demais. No entanto esta similaridade é baixa (< 25 %).

Esta maior similaridade de espécies entre estas duas ecorregiões é devida principalmente a um grupo de espécies que geralmente são amplamente distribuídas nas savanas neotropicais. Alguns autores (Beck et al., 1993; Navarro, 2002; Ibisch et al., 2003; Navarro & Ferreira, 2004) indicaram que a flora e as fitofisionomias das savanas inundáveis são similares aos do cerrado *sensu lato*, tanto que nas grandes classificações de biomas do mundo estas savanas inundáveis, o cerrado *sensu lato* da Bolívia e do Brasil são consideradas como um só bioma, conjuntamente com as savanas da Venezuela, Colômbia e Guiana (Olson et al., 2001).



Das 17 espécies de Myrtaceae que são compartilhadas entre o cerrado *sensu lato* e a ecorregião de savanas inundáveis na Bolívia, 12 (*Eugenia biflora*, *E. flavescens*, *E. puniceifolia*, *E. stictopetala*, *Myrcia amazonica*, *M. guianensis*, *M. splendens*, *M. tomentosa*, *Myrciaria floribunda*, *Psidium australe*, *P. guineense* e *P. salutare*) são as que são amplamente distribuídas nas savanas neotropicais (Boggan et al., 1997; Holst et al., 2003; Banco de dados do MO & NY). Outras regiões em que este grupo de espécies está distribuído são as savanas ou também denominados como *lhanos da Colômbia*, além de outras regiões de savanas encontradas dispersas pela América Latina.

As relações fitogeográficas, não só entre as espécies de Myrtaceae, mas também da flora em geral, entre essas formações de savanas que atualmente se apresentam com uma distribuição dispersa e descontínua no neotrópico, é devido ao fato que as mesmas possivelmente estiveram unidas e ocupando uma extensão maior durante uma parte do Pleistoceno (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006), época em que aconteceram estas migrações e intercâmbio de espécies que são encontradas na atualidade.

No entanto, a originalidade florística da família Myrtaceae do cerrado *sensu lato* da Bolívia com respeito à ecorregião de savanas inundáveis é muito alta, já que quase 50 % destas espécies têm uma distribuição restrita ao Cerrado, sendo 8 endêmicas da Bolívia (incluindo as três morfoespécies), 17 com distribuição na Bolívia e no Brasil, 6 entre Bolívia, Brasil e Paraguai, e algumas, como é caso de *Eugenia pyriformis*, *Myrcia anomala*, *Psidium grandifolium* e *P. hians* que se apresentam também de forma disjunta em relictos de Cerrado no Norte da Argentina na região de Misiones.

Assim embora, a ecorregião do cerrado *sensu lato* e de savanas inundáveis apresentem essas semelhanças florísticas na família Myrtaceae, o cerrado *sensu lato* se distingue por que possui uma flora muito mais rica e com uma maior originalidade florística.

Chaves taxonômicas para os gêneros de Myrtaceae do cerrado *sensu lato* da Bolívia

Chave para material florífero:

1a. Plantas com botões florais que tem os lobos do cálice fundidos até o ápice, formando uma caliptra, sem a presença de pétalas evidentes depois da queda da caliptra

*Calyptrathes bipennis*

1b. Plantas com botões florais e flores com lobos do cálice e pétalas evidentes 2

2a. Flores 5-meras 3

2b. Flores 4-meras 7

3a. Flores agrupadas em inflorescências reduzidas ou panículas 4

3b. Flores solitárias ou com inflorescência em dicásios 5

4a. Inflorescência em panículas *Myrcia*

4b. Inflorescência reduzida, às vezes com aparência de racemo (as vezes 6-meras)

*Myrcia anomala*

5a. Inflorescência em dicásio ou com flores solitárias, os lobos do cálice fechados no botão floral *Psidium*

5b. Flores solitárias e com os lobos do cálice abertos no botão floral 6

6a. Flores com dois pares de bractéolas e pedicelos maiores que 1.5 cm de comprimento (pedicelos raras vezes com duas flores terminais) *Myrcia* sp.nov. (Parque Nacional Noel Kempff Mercado)

6b. Flores com um par de bractéolas e pedicelos menores que 1 cm de comprimento

*Campomanesia sessiliflora*

7a. Inflorescências em glomérulos 8

7b. Inflorescência em racemos, dicásios, ou flores solitárias 9

8a. Inflorescências saindo do caule ou ramos maduros (cauliflora) *Plinia*

8b. Inflorescências axilares *Myrciaria*

9a. Inflorescência racemosa (racemo, racemo umbeliforme, racemo precoces, e racemo bifloro) *Eugenia*

9b. Flores solitárias ou com inflorescência em dicásios 10

10a. Arbusto, folhas estreito elíptica ou estreito oblonga, hipanto e lobos do cálice coberto com tricomas curtos e esbranquiçados *Eugenia pyriformis*

10b. Árvore ou arvoreta, folhas ovadas ou lanceoladas, hipanto e lobos do cálice glabros *Blepharocalyx salicifolius*

Chave para material com frutos:

1a. Frutos em glomérulos 2

1b. Frutos solitários, em racemos ou panículas 3

2a. Frutos saindo do caule e ramos maduros (produto da cauliflora)

*Plinia cauliflora*

2b. Frutos saindo das axilas das folhas *Myrciaria*

3a. Frutos sem lobos calicinos e com uma cicatriz circular formada pela queda de uma caliptra *Calyptrathes bipennis*

3b. Frutos com lobos calicinos persistentes ou com presença de uma cicatriz quadrada produto da queda de 4 lobos calicineos 4

4a. Frutos com 5 lobos calicinos 5

4b. Frutos com 4 lobos calicinos 7

5a. Frutos com 1-2 sementes *Myrcia*

5b. Frutos com mais de 2 sementes 6

6a. Frutos com pedúnculos maiores que 1.5 cm de comprimento *Psidium*

6b. Frutos com pedúnculos menores que 1.5 cm de comprimento

*Campomanesia sessiliflora*

7a. Frutos com lobos calicinos presentes *Eugenia*

7b. Frutos com cicatrizes quadrangulares produto da queda dos lobos calicinos

*Blepharocalyx salicifolius*

## CONCLUSÕES

O conhecimento da riqueza florística da família Myrtaceae no cerrado *sensu lato* ou cerrado Chiquitano foi acrescentado em pouco mais de 50 %, encontrando-se vários novos registros para a flora boliviana e 5 novas espécies confirmadas para a ciência. Deste modo, caracteriza-se atualmente como a ecorregião com maior riqueza de espécies desta família na Bolívia.

As áreas com maior riqueza de espécies foram a região do parque Noel Kempff Mercado e a Serra Chiquitana, devido principalmente a alta heterogeneidade fitofisionômica que possuem estas duas áreas.

O cerrado *sensu stricto* foi determinada como a fitofisionomia onde ocorre a maior riqueza de espécies, este padrão pode ser atribuído ao fato de ser uma fitofisionomia intermediária entre campo sujo e cerradão.

A originalidade florística da família Myrtaceae em comparação com outras formações de savanas na Bolívia foi alta, já que 50 % das espécies são típicas do cerrado *sensu lato*, as mesmas que não ocorrem em outras formações de savana na América Latina.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araujo-Murakami, A., F. Bascopé, V. Cardona, D. de-la-Quintana, A. Fuentes, P. Jørgensen, C. Maldonado, T. Miranda, N. Paniagua-Zambrana & R. Seidel. 2005. Composición florística y estructura del bosque amazónico preandino en el sector del Arroyo Negro, Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 40:281-303.

Bascopé, S. F. & P. Jørgensen. 2005. Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz. *Ecología en Bolivia* 40:365-379.

Beck, S. G., T. J. Killeen & E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. Pp. 6-24 *in* T. J. Killeen, E. García, and S. G. Beck, editors. *Guía de Árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden, La Paz.

Berg, O. C. 1857. Myrtaceae. Pp. 1-530 *in* C. F. P. Von-Martius, editor. *Flora Brasiliensis*. Leipzig, Munich: F. Fleischer.

Boggan, J., V. Funk, C. Kelloff, M. Hoff, G. Cremers & C. Feuillet. 1997. Checklist of the plants of The Guianas (Guyana, Surinam, French Guiana). 2da Edition edition. Smithsonian Institution, Washington, D.C.

Caballero, J. & P. Jørgensen. 2005. Composición, estructura y riqueza florística de dos sectores en el bosque tucumano-boliviano, Chuquisaca, Bolivia. *Ciencia y Desarrollo* 3:16-27.

Cabrera-Condarco, W. H. 2005. Diversidad florística de un bosque montano en los andes tropicales del noreste de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 40:380-395.

Cayola, L., A. Fuentes & P. M. Jørgensen. 2005. Estructura y composición florística de un bosque seco subandino yungueño en el valle del Tuichi, Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz (Bolivia). *Ecología en Bolivia* 40:396-417.

Chao, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11:265-270.

Foster, R. C. 1958. A catalogue of the ferns and flowering plants of Bolivia. *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University*. 184: 1-223

Fuentes, A., A. Araujo-Murakami, H. Cabrera, F. Canqui, L. Carola, C. Maldonado & N. Paniagua. 2004. Estructura, composición y variabilidad del bosque subandino xérico

en un sector del valle del río Tuichi, ANMI Madidi, La Paz, Bolivia. *Ecología y Conservación Ambiental* 15:41-55.

Galarza, I. 1993. Myrtaceae A. L. de Jussieu. *in* T. J. Killeen, E. G. E., and S. G. Beck, editors. *Guía de árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden, La Paz.

Gottsberger, G. & I. Silberbauer-Gottsberger. 2006. *Life in the Cerrado: A South American Tropical Seasonal Ecosystem. Origin, Structure, Dynamics and Plant Use*. 1 edition. AZ Druck und Datentechnik GmbH, Kempten, Alemania.

Govaerts, R., M. Sobral, P. Ashton, F. Barrie, B. K. Holst, L. R. Landrum, K. Matsumoto, F. F. Mazine, E. Nic-Lughadha, C. Proença, L. H. Soares-Silva, P. G. Wilson & E. Lucas. 2008. *World Checklist of Myrtaceae*. Royal Botanic Gardens, Kew.

Hijmans RJ, Guarino L, Bussink C, Mathur P, Cruz M, Barrantes I, Rojas E (2005) DIVA-GIS Version 5.2. <http://www.diva-gis.org/>.

Hill, M. O. & H. G. Gauch. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42:47-58.

Holst, B. K., L. Landrum & F. Grifo. 2003. Myrtaceae. *in* J. A. Styermark, P. E. Berry, K. Yatskievych, and B. K. Holst, editors. *Flora of the Venezuela Guayana*. Missouri Botanical Garden, St. Louis.

Ibisch, P. L., S. G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003. Ecorregiones y ecosistemas. Pp. 47-88 *in* P. L. Ibisch and G. Mérida, editors. *Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia, Estado de Conocimiento y Conservación*. Edit. FAN, Santa Cruz.

Jardim, A., T. Killeen & A. Fuentes. 2003. *Guía de lo árboles y arbustos del bosque seco Chiquitano, Bolivia*. Missouri Botanical Garden, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Fundación Para la Conservación del Bosque Seco Chiquitano. Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Santa Cruz.

Jørgensen, P. M., M. J. Macía, A. Fuentes, S. G. Beck, M. Kessler, N. Paniagua, R. Seidel, C. Maldonado, A. Araujo-Murakami, L. Cayola, T. Consiglio, T. J. Killeen, W. H. Cabrera, F. Bascopé, D. De-la-Quintana, T. Miranda, F. Canqui & V. Cardona-Peña. 2005. Lista anotada de las plantas vasculares registradas en la región de Madidi. *Ecología en Bolivia* 40:70-169.

Killeen, T. J. 1990. The grasses of Chiquitania, Santa-Cruz, Bolivia. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 77:125-201.

Killeen, T. J., E. Chavez, Marielos Peña-Claros, M. Toledo, L. Arroyo, J. Caballero, L. Correa, R. Guillén, R. Quevedo, M. Saldías, L. Soria, Y. Uslar, I. Vargas & M. Steininger. 2005. The Chiquitano Dry Forest, the Transition Between Humid and Dry Forest in Eastern Lowland Bolivia. *Neotropical Savannas and Dry Forests: Diversity, Biogeography, and Conservation*.

Killeen, T. J., E. Chavez, Marielos Peña-Claros, M. Toledo, L. Arroyo, J. Caballero, L. Correa, R. Guillén, R. Quevedo, M. Saldías, L. Soria, Y. Uslar, I. Vargas & M. Steininger. 2006. The chiquitano dry forest, the transition between humid and dry forest in eastern lowland Bolivia. Pp. 213-233 in R. T. Pennington, J. A. Ratter, and G. P. Lewis, editors. *Neotropical Savannas and Dry Forests: Diversity, Biogeography and Conservatio*. CRC Press, Boca Raton.

Killeen, T. J. & P. N. Hinz. 1992. Grasses of the precambrian shield region in eastern Bolivia. I. Habitat preferences. *Journal Tropical Ecology* 8:389-407.

Killeen, T. J., A. Jardin & A. Mamani. 1998. Diversity, composition and structure of a tropical semideciduos forest in the chiquitania region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 14:803-827.

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. & 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.

Landrum, L. R. 1986. *Campomanesia*, *Pimenta*, *Blepharocalyx*, *Legrandia*, *Acca*, *Myrrhinium*, and *Luma* (Myrtaceae). *Flora Neotropica Monograph* 45:1-178.

Landrum, L. R. & M. L. Kawasaki. 1997. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. *Brittonia* 49:508-536.

Madeira, S. C. & A. L. Oliveira. 2004. Biclustering algorithms for biological data analysis: a survey. *IEEE Transactions on Computational Biology and Bioinformatics* 1:24-46.

Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.

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 - Darwin Initiative, Santa Cruz.

McVaugh. R. 1958. *Flora of Peru: Myrtaceae*. *Botanical Series Field Museum of Natural History* 13(2): 569-819.

Mendonça, R. C., J. M. Felfili, B. M. T. Walter, M. C. da-Silva-Júnior, A. V. Rezende, T. d. S. Filgueiras, P. E. Nogueira & C. W. Fagg. 2008. *Flora vascular do Bioma Cerrado: Checklist com 12.356 espécies*.in S. M. Sano, S. P. d. Almeida, and J. F.



Ribeiro, editors. Cerrado: Ecologia e Flora. Embrapa Informacao Tecnológica, Brasília, DF.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manual y tesis, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza.

Mostacedo, B. 1995. Estudio de la composición florística, estructura y algunas potencialidades del Cerrado en el Parque Nacional "Noel Kempff Mercado", Santa Cruz-Bolivia. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz.

Mostacedo, B., J. Justianiano, M. Toledo & T. Fredericksen. 2003. Guía dendrológica de especies forestales de Bolivia. Proyecto BOLFOR, 2da Edición, revisada y mejorada, Santa Cruz.

Navarro, G. 1996. Catálogo ecológico preliminar de las cactáceas de Bolivia. Lasaroa 17:33-84.

Navarro, G. 2002. Vegetación y unidades biogeográficas de Bolivia. Page. 500 in G. Navarro and M. Maldonado, editors. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión, Cochabamba.

Navarro, G. & W. Ferreira. 2004. Zonas de vegetación potencial de bolivia: Una base para el análisis de vacíos de conservación. Revista Bolivia Ecológica 15.

Nee, M. 2007. Flora regional del Parque Nacional Amboró. New York Botanical Garden - Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz.

Nee, M. 2009. Flora regional del Parque Nacional Amboró. New York Botanical Garden - Fundacion Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz.

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* 51:933-938.

Palmer, M. W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology* 71:1195-1198.

Proença, C. 1990. A revision of *Siphoneugena* Berg. *Edinburgh J. Bot.* 47:239-271.

Quintana, D. 2005. Diversidad florística y estructura de una parcela permanente en un bosque amazónico preandino del sector del Río Hondo, Área Natural de Manejo Integrado Madidi (La Paz, Bolivia). *Ecología en Bolivia* 40:418-442.

Ratter, J. A., S. B. Wridgewater & 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* 60:57-109.

Reatto, A., J. R. Correia, S. T. Spera & E. S. Martins. 2008. Solos do Bioma Cerrado. Pp. 107-149 *in* S. M. Sano, S. P. de-Almeida, and J. F. Ribeiro, editors. *Cerrado: Ecologia e Flora*. EMBRAPA - Informação Tecnológica, Brasília, DF.

Ribeiro, J. F. & B. M. T. Walter. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp. 150-211 *in* S. M. Sano, S. P. de-Almeida, and J. F. Ribeiro, editors. *Cerrado: Ecologia e Flora*. EMBRAPA - Informação Tecnológica, Brasília, DF.

Serrano, M. 2003. Estructura y composición de los bosques montanos subtropicales y sus implicaciones para la conservación y manejo de los recursos forestales en la Serranía del Iñao, Bolivia. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba-Costa Rica.

Serrano, M., L. Arroyo & B. K. Holst. 1997. Plant collections from the río Urucuti Basin, South Central Chuquisaca, Bolivia. *in* T. S. Schulenberg and K. Awbrey, editors.

A Rapid Assessment of the Humid Forests of South Central Chuquisaca, Bolivia. Conservation International, Washington, DC.

Sobral, M. 1993. Sinopse de Myrciaria (Myrtaceae). *Napaea* 9:13-41.

Uslar, Y. V. 1997. Estructura, composición y sucesión del bosque sub-húmedo semideciduo de llanura en el Jardín Botánico de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.

Uslar, Y. V., B. Mostacedo & M. Saldías. 2004. Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 39:25-43.

Vargas, I. G. 1996. Estructura y composición florística de cuatro sitios en el Parque Nacional Amboró. Santa Cruz, Bolivia. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz.

Vargas, I. G., T. Centurión & M. Saldías. 1994. Parcela permanente de investigación de la Reserva de Vida Silvestre Ríos Blanco y Negro. *Revista Sociedad Boliviana de Estudios Botanica* 1:9-32.

Vides-Almonacid, R., S. Reichle & F. Padilla. 2007. Planificación ecorregional del Bosque Seco Chiquitano. FCBC-TNC, Santa Cruz de la Sierra.

Villarroel, D. 2007. Estructura, diversidad y relaciones fitogeográficas de la vegetación arbórea de los bosques de la comunidad de "Bella Vista", ubicada en el codo oriental de los Andes Tropicales (Prov. Florida, Santa Cruz, Bolivia). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz.

Villegas, Z., B. Mostacedo, M. Toledo, C. Leños, J. C. Licon, A. Alarcón, V. Broomans & M. Peña-Claros. 2008. Ecología y manejo de los bosques de producción forestal del Bajo Paragua, Bolivia. Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Santa Cruz.

Walter, B. M. T. 2006. Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.

**Tabela 1.** Checklist das espécies da família Myrtaceae encontradas no cerrado *sensu lato* da Bolívia.

Espécie	América Latina	Bolívia	Províncias	Coletor	Numero	Fitofisionomia	Habito	Distribuição e características ambientais
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg; <b>Sin. Het.:</b> <i>Blepharocalyx giganteus</i> Lillo	ARG; BOL; PAR; BRA; ECU; PER; URU	CBBA; CHU; LPZ; SCZ; TAR	Ch	J.R.I. Wood	23558	CSS	Arvore	No Cerrado tem uma distribuição restrita a serra de Sunsas e de Chiquitos, entre 600 - 750 m. Cresce em tipo de cerrado rupestre que tem como base grandes afloramentos de rocha de arenito. Na Bolívia antes só conhecida da região Andina.
<i>Calyptranthes bipennis</i> O. Berg	BOL; BRA; ECU; GUY; PER	LPZ; PAN; SCZ	Ch; Ve	J.R.I. Wood	25111	Ce	Arvore	Serra de Santiago de Chiquitos e a região norte no parque Noel Kempff. Cresce em cerradão, nas chapadas em áreas onde entra em contato com Mata de galeria entre 500 - 800 m, e nas áreas baixas em zonas de transição de cerradão com Mata Cilar ente 100 - 300 m.
<i>Campomanesia sessiliflora</i> (O. Berg) Mattos	BOL; BRA; PAR	SCZ	Ch; Ve	J.R.I. Wood	27098	CS	Arbusto; Subarbusto	Espécie com distribuição disjunta, coletada em Las Gamas na chapada do Noel Kempff entre 750 - 850 m, e nas redondezas da cidade de Concepción entre 300 - 350 m. Cresce em campo sujo seco.
<i>Eugenia agustissima</i> O. Berg	BOL; BRA; PAR	SCZ	Ve	A. Soto	411	CS	Arbusto; Subarbusto	Novo registro para Bolívia. Coletada na chapada do parque Noel Kempff na zona do Campamento Huanchaca 1 entre 500 - 550 m. Cresce em campo sujo seco. Conhecida só de espécime herborizado.
<i>Eugenia aurata</i> O. Berg; <b>Sin. Het.:</b> <i>Eugenia chrysantha</i> O.Berg	BOL; BRA; PAR	BEN; SCZ	Ch; ÑCh; Ve	J.R.I. Wood	23598	CS; CSS	Arbusto	Amplamente distribuída entre 150 - 700 m, no entanto aparece com mais frequência abaixo de 500 m. Cresce em campo sujo seco e em todas as formas do cerrado <i>sensu stricto</i> .
<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	NEOTROP	CBBA; LPZ; BEN; PAN; SCZ	AS; Ve	R. Quevedo	857	CS	Arbusto	Principalmente na região do parque Noel Kempff, e ao norte da Prov. Angel Sandoval, abaixo de 250 m. Cresce campo sujo com murundus, ou campo sujo úmido.

<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	BOL; BRA; PAR	SCZ	AS; Ch; ÑCh; Ve	M. Saldías	3484	CS; CSS	Arvore; Arbusto	Na região do parque Noel Kempff, entre 150 – 700 m. Cresce em campo sujo, e cerrado ralo.
<i>Eugenia bimarginata</i> DC. aff. 1	BOL	SCZ	Ch	D. Soto	1115	CSS	Arbusto; Subarbusto	Morfotipo encontrada na subida a zona de El Arco de Piedra na serra de Santiago de Chiquitos entre 500 – 600 m. Cresce em cerrado ralo.
<i>Eugenia bimarginata</i> DC. aff. 2	BOL	SCZ	Ch	D. Villarroel	2140	CS; CSS	Arbusto; Subarbusto	Morfotipo também só conhecida da serra de Santiago de Chiquitos, mas na subida a zona de El Mirador entre 600 – 700 m. Cresce em campo sujo seco, e em cerrado rupestre.
<i>Eugenia bimarginata</i> DC. aff. 3	BOL	SCZ	Ch	J.R.I. Wood	26926	CSS	Arbusto; Subarbusto	Morfotipo coletada em a zona de Ipias, entre 400 – 500 m. Cresce em cerrado denso.
<i>Eugenia cydoniifolia</i> O. Berg	BOL	SCZ	ÑCh	J.R.I. Wood	26878	Ce	Arvore	Região de Lomerío, entre 350 – 500 m. Cresce em cerradão, e em cerrado denso e típico, raramente é encontrada sobre afloramentos rochosos em áreas de transição com a Mata Seca.
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	BOL; BRA	SCZ	AS, Ch; GB; ÑCh; Ve	R. Quevedo	23577	CSS; Ce	Arvore	Amplamente distribuída no cerrado, entre 100 – 500 m, rara vez acima de serras ou chapadas. Cresce em cerradão, e em todas as formas de cerrado <i>sensu stricto</i> .
<i>Eugenia flavescens</i> DC.	BOL; BRA; COL; ECU; SUR; VEN	BEN; LPZ; SCZ	AS, Ch; GB; ÑCh; Ve	T. Killeen	5375	CSS; Ce	Arvore; Arbusto	Serra de Santiago de Chiquitos, Sansas e na região do parque Noel Kempff, geralmente abaixo de 500 m. Cresce em cerrado denso e típico, e em cerradão. Frequentemente confundida com <i>E. aurta</i> .
<i>Eugenia gemmiflora</i> O. Berg	BOL; BRA	SCZ	Ve	J.R.I. Wood	27027	CL; CS	Arbusto; Subarbusto	Novo registro para Bolívia. Parque Noel Kempff, na zona de Los Fierros, e acima da chapada em Huanchaca 1 e Huanchaca 2, entre 500 – 800 m. Cresce em campo sujo seco.
<i>Eugenia klotzschiana</i> O. Berg	BOL; BRA	SCZ	Ve	J.R.I. Wood	27031	CS	Arbusto; Subarbusto	Novo registro para Bolívia. Caminho para o campamento Huanchaca 2, acima da chapada do parque Noel Kempff, entre 700 – 750 m. Cresce em campo sujo úmido estacional.
<i>Eugenia myrcianthes</i> O. Berg; <b>Sin. Hom.:</b> <i>Hexachlamys edulis</i> (O. Berg) Kausel & D. Legrand	ARG; BOL; BRA; PAR	SCZ	Ch; ÑCh	J.R.I. Wood	23837	CSS; Ce	Arbusto; Subarbusto	Região de Lomerío e no sul do cerrado entre 150 – 600 m. Cresce em cerrado típico e denso, e em cerradão.

<i>Eugenia orbignyana</i> O. Berg; <b>Sin. Het.:</b> <i>Eugenia chiquitensis</i> O. Berg	BOL; BRA	SCZ	AS, Ch; GB; ÑCh; Ve	J.R.I. Wood	23993	CS; CSS	Arbusto; Subarbusto	Amplamente distribuída no cerrado, entre 150 – 800 m. Cresce em campo sujo seco, e em todas as formas de cerrado <i>sensu stricto</i> .
<i>Eugenia paranahybensis</i> O. Berg	BOL; BRA	SCZ	Ch	J.R.I. Wood	23570	CS; CSS	Arbusto; Subarbusto	Novo registro para Bolívia. Lado sul da serra chiquitana, desde Ipias até Santiago de Chiquitos, entre 400 – 700 m. Cresce em campo sujo seco, e em todas as formas do cerrado <i>sensu stricto</i> .
<i>Eugenia pitanga</i> (O. Berg) Kiaersk	ARG; BOL; BRA; PAR; URU	SCZ	AS	J.R.I. Wood	25375	Ce	Arbusto	Novo registro para Bolívia. Coletado de dois lugares na Prov. Angel Sandoval, região da serra de Sansas, e no caminho de San Ignacio de Velasco até San Matias, entre 100 – 300 m. Cresce em áreas de transição de cerradão a Mata Seca. Espécie muito similar de <i>E. uniflora</i> que é cultivada nos quitais nas áreas urbanas.
<i>Eugenia psidiiflora</i> O. Berg; <b>Sin. Hom.:</b> <i>Calycorectes psidiiflorus</i> (O. Berg) Sobral	BOL; BRA; PAR	SCZ; CHU	Ch	J.R.I. Wood		Ce	Arvore; Arbusto	Serra Chiquitana, na zona de El Porton e Santiago de Chiquitos, entre 500 – 650 m. Cresce em cerradão. Antes registrada só na Floresta Tucumana-Boliviana.
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.; <b>Sin. Het.:</b> <i>Eugenia boliviana</i> O. Berg	NEOTROP	BEN; LPZ; SCZ	AS, Ch; GB; ÑCh; Ve	J.R.I. Wood	24453	CL; CS; CSS; Ce	Arbusto; Subarbusto	Amplamente distribuída no cerrado, entre 100- 900 m, mas é mais freqüente abaixo dos 500 m. Cresce em todas as fitofisionomias do cerrado <i>sensu lato</i> inclusive em áreas perturbadas.
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.; <b>Sin. Het.:</b> <i>Eugenia albotomentosa</i> Cambess	ARG; BOL; BRA; PAR	SCZ	Ch; GB	J.R.I. Wood	23536	CSS; Ce	Arbusto	Lado Sul da serra chiquitana, entre os 300 – 450 m. Cresce em cerrado típico e denso, e em cerradão.
<i>Eugenia rotundiflora</i> (Arn.) Wight; <b>Sin. Het.:</b> <i>Eugenia pluriflora</i> Casar.	BOL; BRA; PAR	SCZ	Ch; Ve	B. Mostacedo	1825	CSS	Arvore; Arbusto	Região do parque Noel Kempff, entre 150 – 400 m. Cresce em todas as formas do cerrado <i>sensu stricto</i> .
<i>Eugenia sonderiana</i> O. Berg	BOL; BRA	SCZ	Ch	J.R.I. Wood	25873	CL; Ce	Subarbusto	Novo registro para Bolívia. Serra de Santiago de Chiquitos e na chapada de Chochis, entre 700 – 900 m. Cresce em campo limpo seco e campo sujo seco.
<i>Eugenia</i> sp. nov.1	BOL	SCZ	ÑCh	J.R.I. Wood	25747	CSS; Ce	Arvore	Nova espécie. Região de Lomerío entre 400 – 500 m. Cresce em cerradão e Mata Seca.

<i>Eugenia</i> sp. nov.2	BOL	SCZ	ÑCh	J.R.I. Wood	26877	CSS	Arbusto	Nova espécie. Região de Lomerío entre 250 – 400 m. Cresce num tipo de cerrado ralo com características diferentes, com árvores altas, mas que crescem sobre afloramentos rochosos de arenito, ou em ilhas de vegetação sobre domos de granitos, entre os 250 – 400 m.
<i>Eugenia stictopetala</i> DC.; <b>Sin. Het.:</b> <i>Eugenia tapacumensis</i> O. Berg	NEOTROP	LPZ; SCZ	AS, Ch; GB; ÑCh; Ve	J.R.I. Wood	24797	CSS; Ce	Arvore; Arbusto	Relativamente bem distribuída no cerrado, freqüente entre 150 – 500 m. Cresce em todas as formas do cerrado <i>sensu stricto</i> , e no cerradão. É encontrada também crescendo nas ilhas de vegetação nos campos de murundus.
<i>Eugenia suberosa</i> Cambess.	BOL; BRA	SCZ	Ch	J.R.I. Wood	25189	CSS	Arvore; Arbusto	Novo registro para Bolívia. Serra de Santiago de Chiquitos entre 600 – 750 m. Cresce em cerrado rupestre.
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	NEOTROP	BEN; CBBA; LPZ; PAN; SCZ	Ch; Ve	J.R.I. Wood	23679	CSS; Ce	Arvore	Região do parque Noel Kempff, crescendo acima da chapada nos bordos de mata de galeria, cerradão, e em áreas de cerrado denso próximas ao cerradão. Outro lugar de ocorrência é a serra chiquitana, onde ocorre nas ladeiras em mata seca ou cerradão, e na cima da serra onde cresce nos bordos de mata de galeria.
<i>Myrcia anomala</i> Cambess.	ARG; BOL; BRA; PAR	SCZ	Ch	J.R.I. Wood	23778	CS; CSS	Subarbusto	Pé e ladeiras da serra de chiquitos, entre 400 – 700 m. Cresce em campo sujo seco, e em cerrado ralo.
<i>Myrcia canescens</i> O. Berg	BOL; BRA	SCZ	Ve	J.R.I. Wood	25238	CS; CSS	Arbusto; subarbusto	Região do parque Noel Kempff Mercado, entre 200 – 800 m, mas, é mais frequente nas ladeiras e no topo da chapada. Cresce em campo sujo seco, e em cerrado ralo.
<i>Myrcia dasyblasta</i> O. Berg	BOL; BRA; PAR	SCZ	Ve	J.R.I. Wood	26410	CSS	Arvore	Novo registro para Bolívia. Cerro Manomó mais o menos aos 600 m. Cresce em cerrado típico.
<i>Myrcia fenziiana</i> O. Berg; <b>Sin. Het.:</b> <i>Gomidesia lindeniana</i> O. Berg	NEOTROP	CBBA; LPZ; SCZ	Ch	J.R.I. Wood	25131	Ce	Arvore	Ladeiras sul e cima das chapadas da serra chiquitana, entre 600 – 800 m. Cresce em cerradão, principalmente em área de transição com mata seca ou nas áreas de transição com mata de galeria.



<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.; <b>Sin. Hom.:</b> <i>Myrcia yungasensis</i> Rusby; Sin. Het.: <i>Myrcia daphnoides</i> DC.	NEOTROP	BEN; LPZ; PAN; SCZ	AS, Ch; GB; ÑCh; Ve	J.R.I. Wood	23460	CS; CSS; Ce	Arvore; Arbusto	Amplamente distribuída no cerrado, entre 150 – 750 m. Cresce em campo sujo seco, todas as formas de cerrado <i>sensu stricto</i> , e em cerradão.
<i>Myrcia haenkeana</i> (O.Berg) Mattos; <b>Sin. Hom.:</b> <i>Gomidesia haenkeana</i> O. Berg	BOL	SCZ?	Ch?	T. Haenke	s/n	Ce	Arvore	Espécie conhecida só de referencia bibliográfica e da fotografia da amostra do tipo na Bolívia (vide texto).
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	ARG; BRA; BOL; PAR	SCZ	Ch	J.R.I. Wood	23793	CSS	Arbusto	Novo registro para Bolívia. Sul do cerrado entre 350 e 450 m. Cresce em cerrado típico e denso.
<i>Myrcia lasiantha</i> DC.; <b>Sin. Het.:</b> <i>Myrcia cordifolia</i> O.Berg	BOL; BRA	SCZ	Ve	W.W. Thomas	5750	CSS	Arbusto	Esta espécie não foi observada em campo, mas tem como referencia de lugar de coleta o parque Noel Kempff.
<i>Myrcia lingua</i> (O.Berg) Mattos aff.	BOL; BRA	SCZ	Ve	J.R.I. Wood	27023	CS; CSS	Subarbusto	Novo registro para Bolívia, no entanto possivelmente se trate de uma nova espécie, ocorre na região do parque Noel Kempff. Na cima da chapada cresce em campo limpo e sujo seco entre os 700 - 750 m, e na zona de Los Fierros em cerrado ralo entre 150 - 250 m.
<i>Myrcia pinifolia</i> Cambess.	BOL; BRA	SCZ	Ve	J.R.I. Wood	27024	CL; CS	Arbusto; Subarbusto	Novo registro para Bolívia. Chapada do parque Noel Kempff entre 650 – 800 m. Cresce em campo limpo seco.
<i>Myrcia regnelliana</i> O. Berg	BOL; BRA	BEN; SCZ	ÑCh; Ve	J.R.I. Wood	25263	CSS	Arvore	Principalmente na região do parque Noel Kempff entre 150 e 650 m. Cresce em cerrado ralo e típico.
<i>Myrcia</i> sp. nov. 1	BOL	SCZ	Ve	J.R.I. Wood	26462	CL	Subarbusto	Nova espécie. Chapada do parque Noel Kempff entre 700 – 850 m. Cresce em campo sujo úmido.
<i>Myrcia</i> sp. nov. 2	BOL	SCZ	Ve	J.R.I. Wood	24950	CS	Arbusto; subarbusto	Nova espécie. Saída Sul da cidade de Concepción entre 400 – 450 m. Cresce em campo sujo seco. Espécie muito rara e com populações com baixa densidade.
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.; <b>Sin. Het.:</b> <i>Myrcia coroicensis</i> Rusby; <i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.; <i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.; <i>Myrcia rostrata</i> DC.	NEOTROP	BEN; LPZ; PAN; SCZ	AS; ÑCh; Ve	J.R.I. Wood	27066	CSS; Ce	Arvore	Região do parque Noel Kempff, entre 150 – 750 m. Cresce em cerrado típico e denso, em cerradão, e em áreas de transição as margens de mata de galeria.

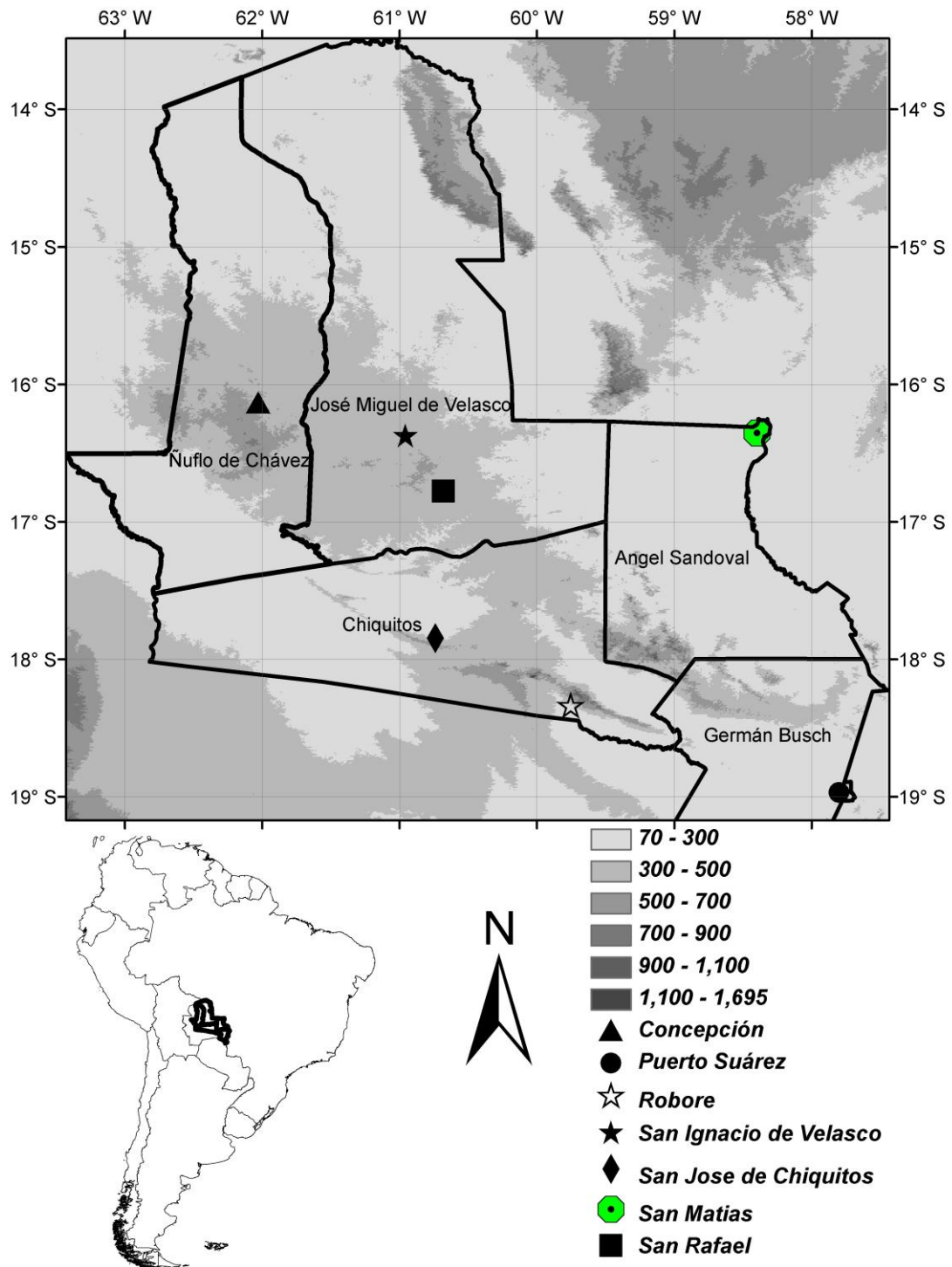
<i>Myrcia subsessilis</i> O. Berg	BOL; BRA; COL; VEN	SCZ	ÑCh; Ve	J.R.I. Wood	25266	CS; CSS	Árvore; Arbusto	Região do parque Noel Kempff, entre 150 – 750 m. Cresce em cerrado ralo e típico, e campo sujo seco.
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	NEOTROP	LPZ; SCZ	ÑCh; Ve	P.F. Foster	512	CSS; Ce	Arvore	Centro e norte do cerrado entre 150 e 750 m. Cresce em campo cerrado denso, cerradão, e em bordos de mata de galeria.
<i>Myrcia torta</i> DC.	BOL; BRA	SCZ	Ve	J.R.I. Wood	25235	CS	Arbusto; subarbusto	Novo registro para Bolívia. Chapada do Parque Noel Kempff entre 700 – 750 m. Cresce em campo sujo seco.
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	BOL; BRA; PAR	CHU; SCZ; TAR	Ch; Ve	J.R.I. Wood	23576	CS	Subarbusto	Cima da serra Chiquitana desde Chochis ate Santiago de Chiquitos entre 650 – 900 m. Cresce em campo sujo seco. Na Bolívia antes conhecida só da região andina, principalmente na Floresta Tucumana-Boliviana onde é uma árvore de grande tamanho.
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.B.K.) McVaugh.	NEOTROP	BEN; CBBA; LPZ; SCZ	Ch; ÑCh; Ve	L. Vargas	1073	CSS; Ce	Arbusto	Centro, Norte e Sul, em Ihanura e sobre serras, entre 350 – 700 m. Cresce em campo cerrado, e cerradão. Também cresce em formações florestais onde é árvore.
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg	ARG; BOL; PAR; BRA; VEN; PERR	SCZ	Ch	A. Fuentes	2165	CSS	Arbusto	Não observada em campo, às amostras de herbário revisadas fazem referencias as formações vegetais do Chaco, mas achamos que também pode se apresentar no sul do Cerrado em uma área de transição entre o Cerrado e o Chaco.
<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel; <b>Sin. Het.:</b> <i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O. Berg	NEOTROP	SCZ	Ch; ÑCh; Ve	A. Jardim	1680	Ce	Arbusto	Espécie que é cultivada nos quintais das casas na região da chiquitania. As vezes é encontrada crescendo em áreas de cerradão e mata seca.
<i>Psidium australe</i> Cambess.; <b>Sin. Het.:</b> <i>Psidium emilhaslerianum</i> Barb. Rodr.; <i>Psidium suffruticosum</i> O.Berg	ARG; BOL; BRA; PAR	SCZ	Ch; ÑCh; Ve	A. Soto	424	CSS	Arbusto	Norte, Centro e Sul, entre 250 – 700 m. Cresce em cerrado ralo e típico sobre.

<i>Psidium grandifolium</i> Mart. ex DC.	ARG; BOL; BRA; PAR	SCZ	Ch; GB; Ve	J.R.I. Wood	25137	CS	Arbusto	Novo registro para Bolívia. Região do parque Noel Kempff, Cerro Mutún e Serra Chiquitana desde Chochis ate Santiago de Chiquitos, entre 500 e 800 m. Cresce em campo sujo seco.
<i>Psidium guineense</i> Sw.	NEOTROP	BEN; CBBA; LPZ; SCZ	AS, Ch; GB; ÑCh; Ve	E. Gutierrez	509	CSS	Arbusto	Norte, Centro e Sul do Cerrado, entre 200 – 750 m, mas é mais comum por abaixo dos 500 m. Cresce em cerrado todas as formas do cerrado <i>sensu stricto</i> .
<i>Psidium hians</i> Mart. ex DC.; <b>Sin. Het.:</b> <i>Psidium nutans</i> O.Berg	BOL; BRA; PAR	LPZ; SCZ	ÑCh; Ve	J.R.I. Wood	23654	CSS	Arbusto	Antes identificado como <i>Psidium nutans</i> . Centro e Norte do Cerrado entre 150 – 500 m. Cresce em cerrado ralo e típico.
<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess.; <b>Sin. Het.:</b> <i>Psidium basanthum</i> O.Berg; <i>Psidium bergianum</i> (Nied.) Burret	NEOTROP	SCZ	Ve; Ch	J.R.I. Wood	23462	CS; CSS	Arbusto; Subarbusto	Chapada do parque Noel Kempff Mercado, Cerro Mutun, e Serra de Chiquitos desde Chochis ate Santiago de Chiquitos, entre 500 – 800 m. Cresce em campo sujo seco, e em cerrado ralo e típico.
<i>Psidium missionum</i> Legr.	ARG; BOL; PAR	SCZ	Ch	J.R.I. Wood	23945	CS; CSS	Arbusto; Subarbusto	Novo registro para Bolívia. Serra de Chiquitos desde Chochis ate Santiago de Chiquitos entre os 500 – 900 m. Cresce em campo sujo seco, e em cerrado ralo e típico. Foram observadas amostras desta espécie de locais na região Centro e Sul dos Andes, com indicações de habitat similares a savanas.
<i>Psidium myrsinites</i> Mart. ex DC.	BOL; BRA	SCZ	AS; Ch; Ve	J.R.I. Wood	23636	CSS	Arvore; Arbusto	Novo registro para Bolívia. Espécie rara com distribuição dispersa, entre 300 – 500 m. Na região do Rincón del Tigre cresce em cerrado rupestres, San Miguel em cerrado típico, e no pé da serra Chiquitana em cerrado típico.
<i>Psidium salutare</i> (H.B.K.) McVaugh; <b>Sin. Het.:</b> <i>Psidium luridum</i> (Spreng.) Burret	NEOTROP	SCZ	Ch; ÑCh; Ve	J.R.I. Wood	23825	CS; CSS	Arbusto; Subarbusto	Norte, Centro e Sul do Cerrado, entre 150 – 800 m. Cresce em campo sujo seco, e cerrado ralo e típico.
<i>Psidium</i> sp. nov.	BOL	SCZ	Ve	J.R.I. Wood	27033	CL	Subarbusto	Espécie nova. Chapada do parque Noel Kempff entre 700 – 800 m. Cresce em campo limpo úmido.

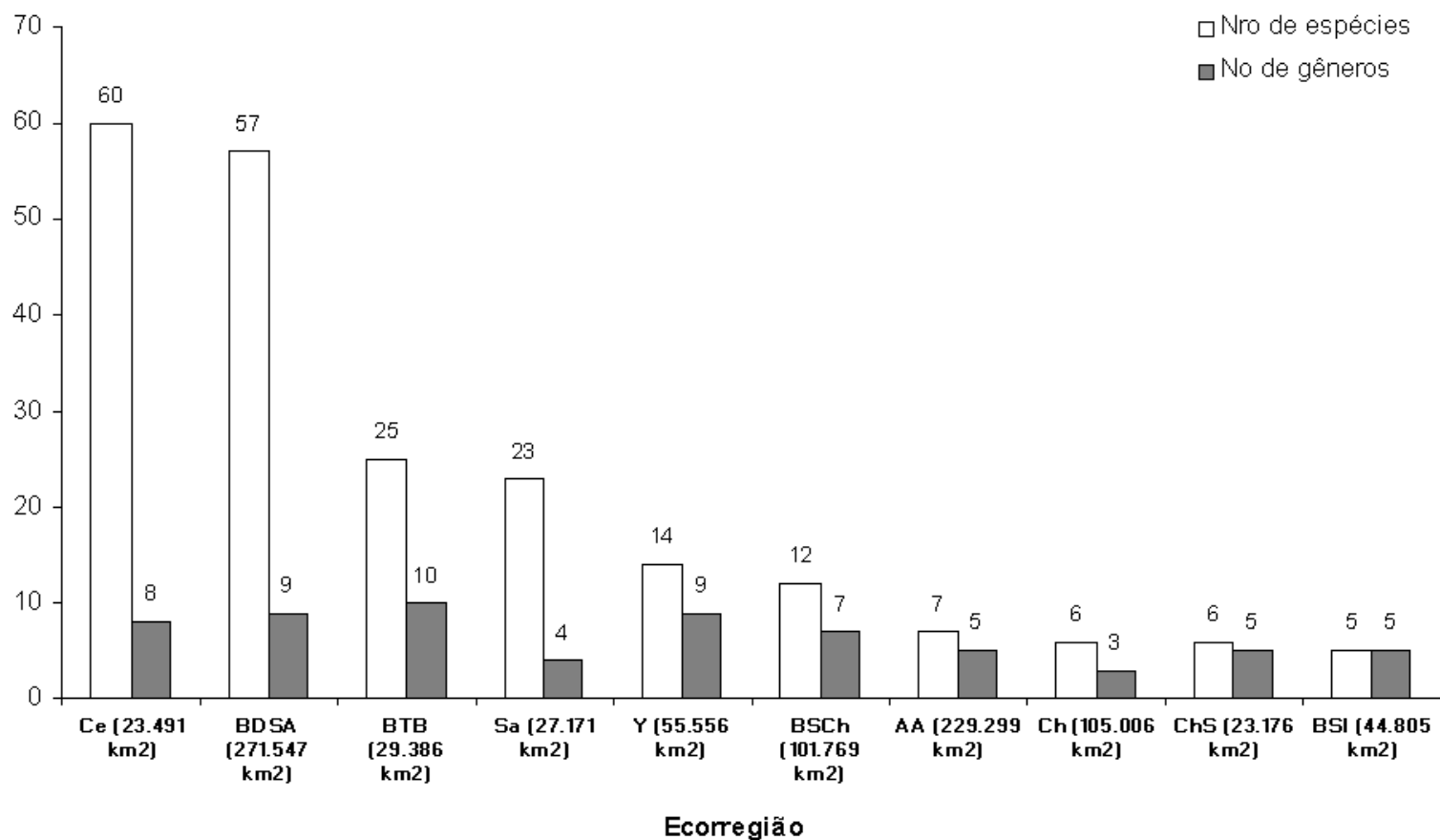
<i>Psidium striatulum</i> DC.	BOL; BRA	SCZ	Ve	R. Guillen	2541	CS; CSS	Arbusto	Região do parque Noel Kempff Mercado entre 150 e 250 m. Cresce em campo sujo úmido e com murundus, e em ilhas de vegetação do campo sujo com murundus.
-------------------------------	----------	-----	----	------------	------	---------	---------	--

---

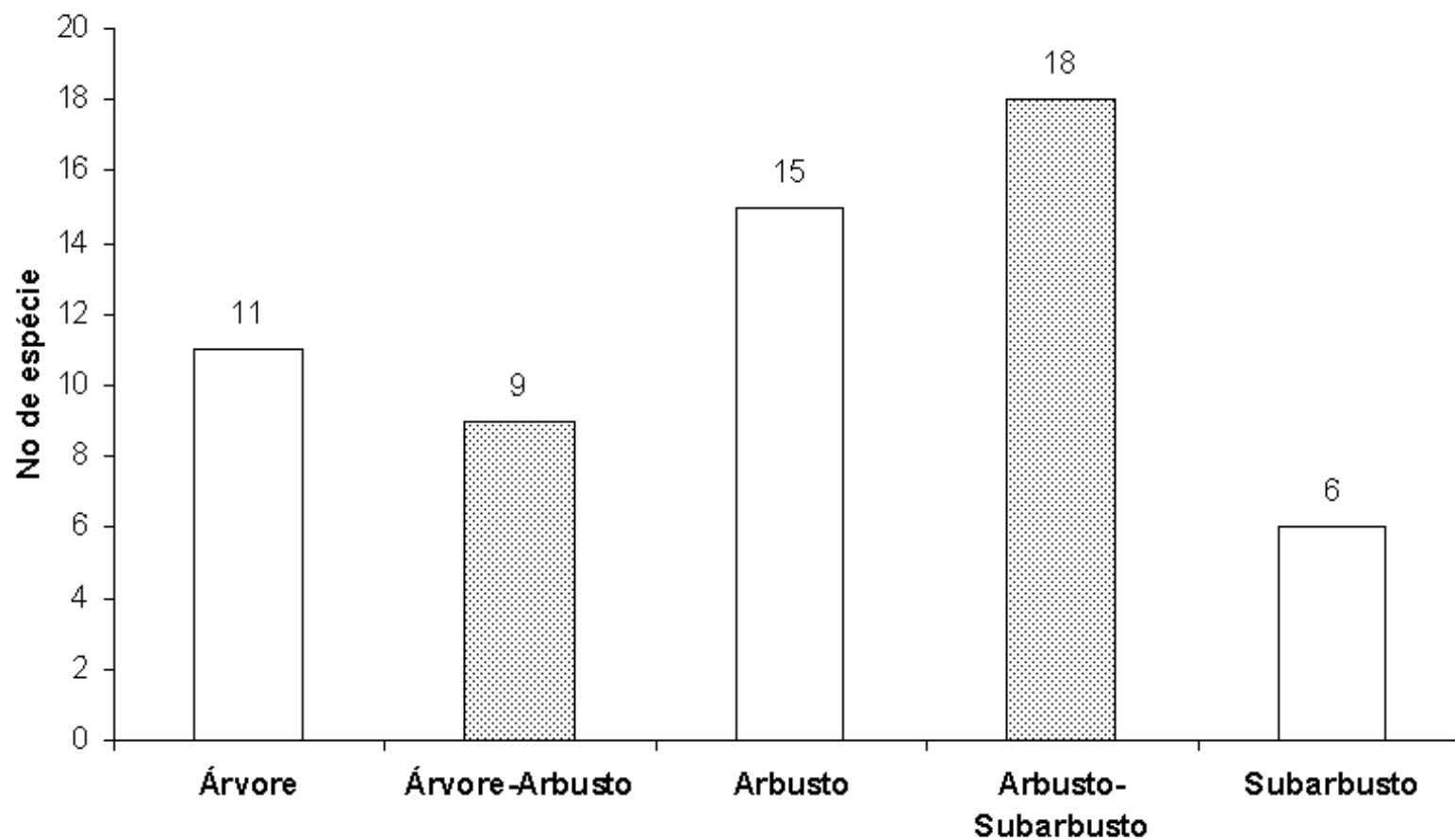
America Latina: NEOTROP= Neotrópico; ARG= Argentina; BOL= Bolívia; BRA= Brasil; COL= Colômbia; ECU= Equador; PAR= Paraguai; PER= Peru, SUR= Suriname, VEN= Venezuela; GUY= Guiana. Bolivia: BEN= Beni; CBBA= Cochabamba; CHU= Chuquisaca; LPZ= La Paz; PAN= Pando; SCZ= Santa Cruz; TAR= Tarija. Províncias: AS= Angel Sandoval; Ch=Chiquitos; GB= Germán Busch; NCh= Ñuflo de Chavez; Ve= Velasco.



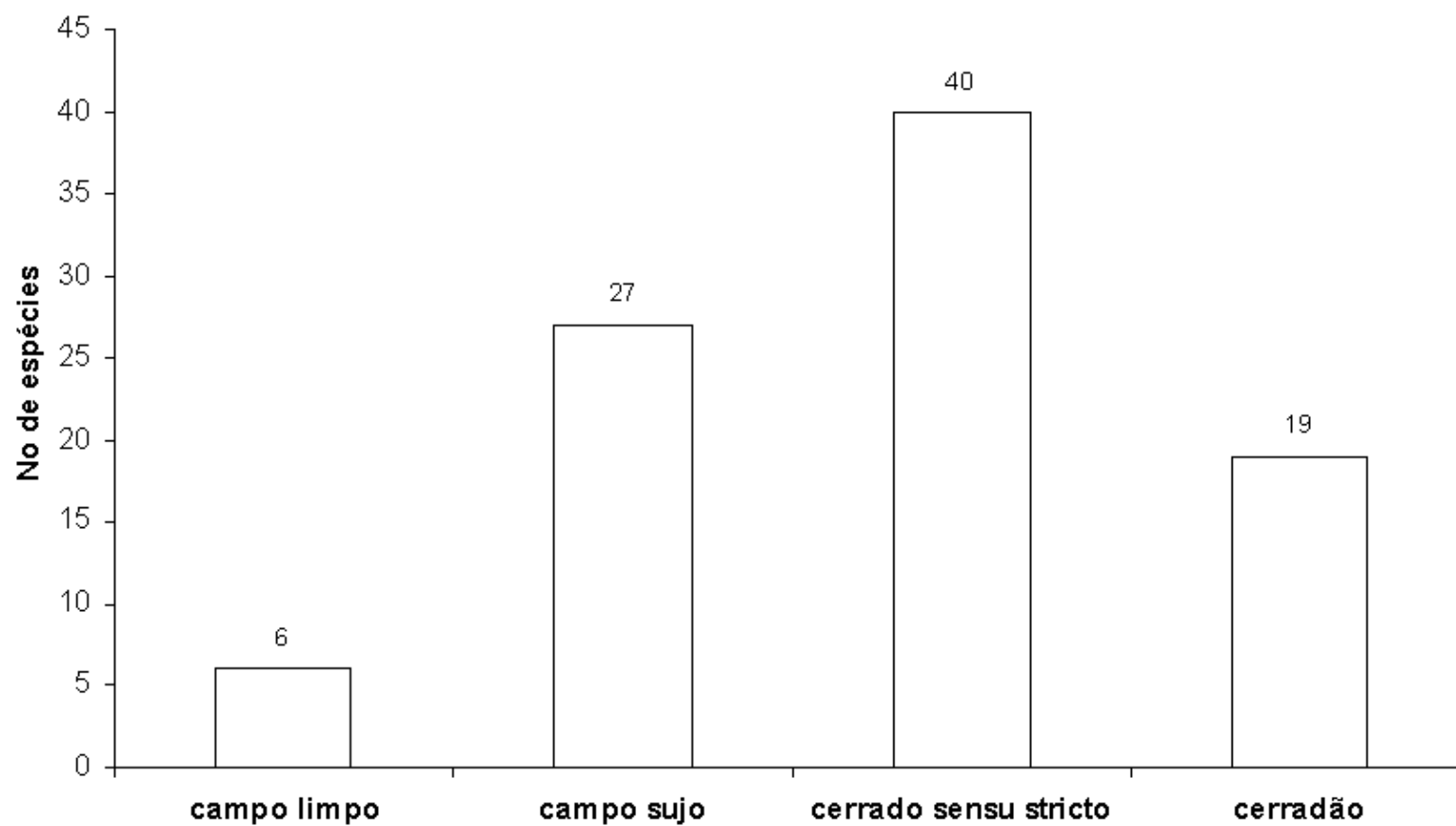
**Figura 1.** Áreas de estudo com relevos altitudinais e a localização dos principais centros urbanos na região.



**Figura 2.** Número de gêneros e espécies da família Myrtaceae registradas no cerrado *sensu lato* da Bolívia em comparação as ecorregiões da Bolívia. Classificação de ecorregiões da Bolívia e superfícies de cada uma delas segundo Ibisch *et. al.* (2003); Ce= Cerrado; BDSA= Bosque Del Sudeste da Amazônia; BTB= Bosque Tucumano-Boliviano; Sa= Savanas Úmidas ou Inundáveis; Y= Yungas; BSCh= Bosque Seco Chiquitano; AA= Vegetação Alto Andina (Prepuna + Puna Norteña + Puna Sureña); Ch= Chaco; ChS= Chaco Serrano; BSI= Bosque Seco Interandino.

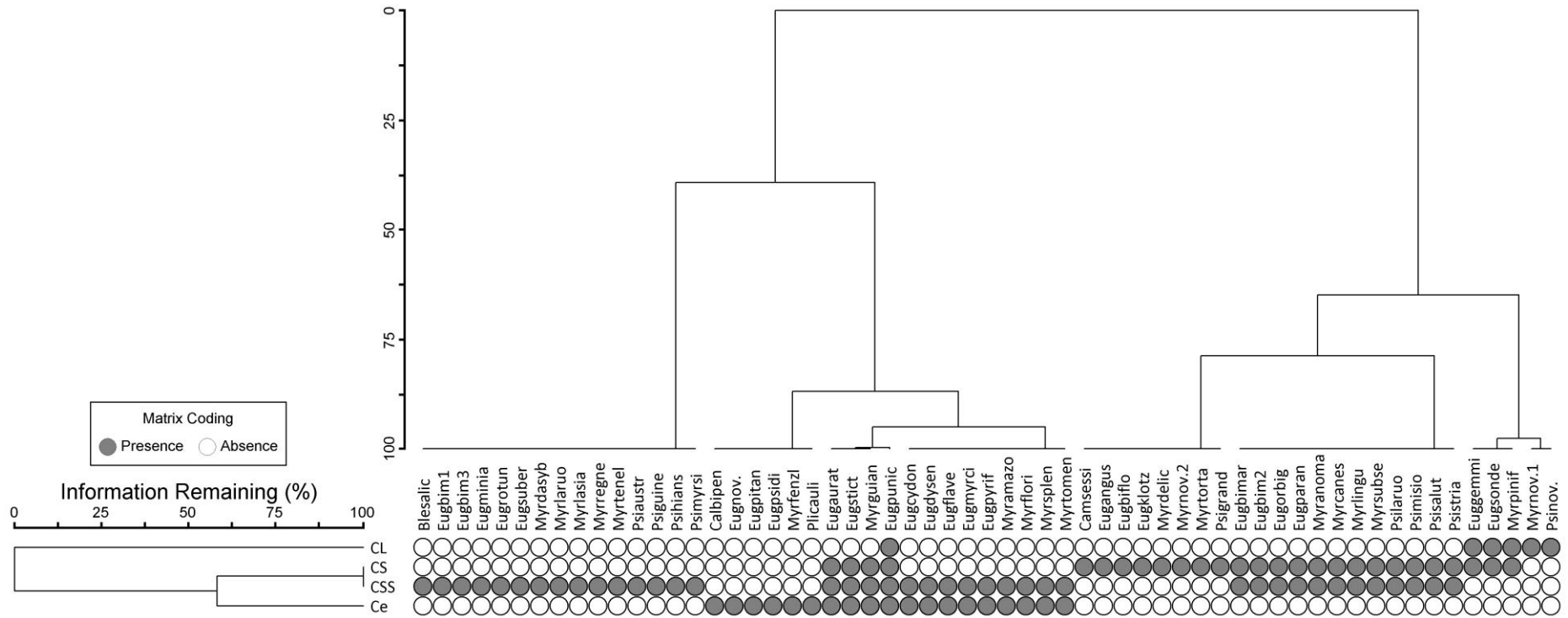


**Figura 3.** Distribuição do número de espécies da família Myrtaceae do cerrado *sensu lato* da Bolívia segundo as forma de vida lenhosa. (□)= número de espécies com uma só forma de vida; (▨)= número de espécies que podem apresentar-se com duas formas de vida.

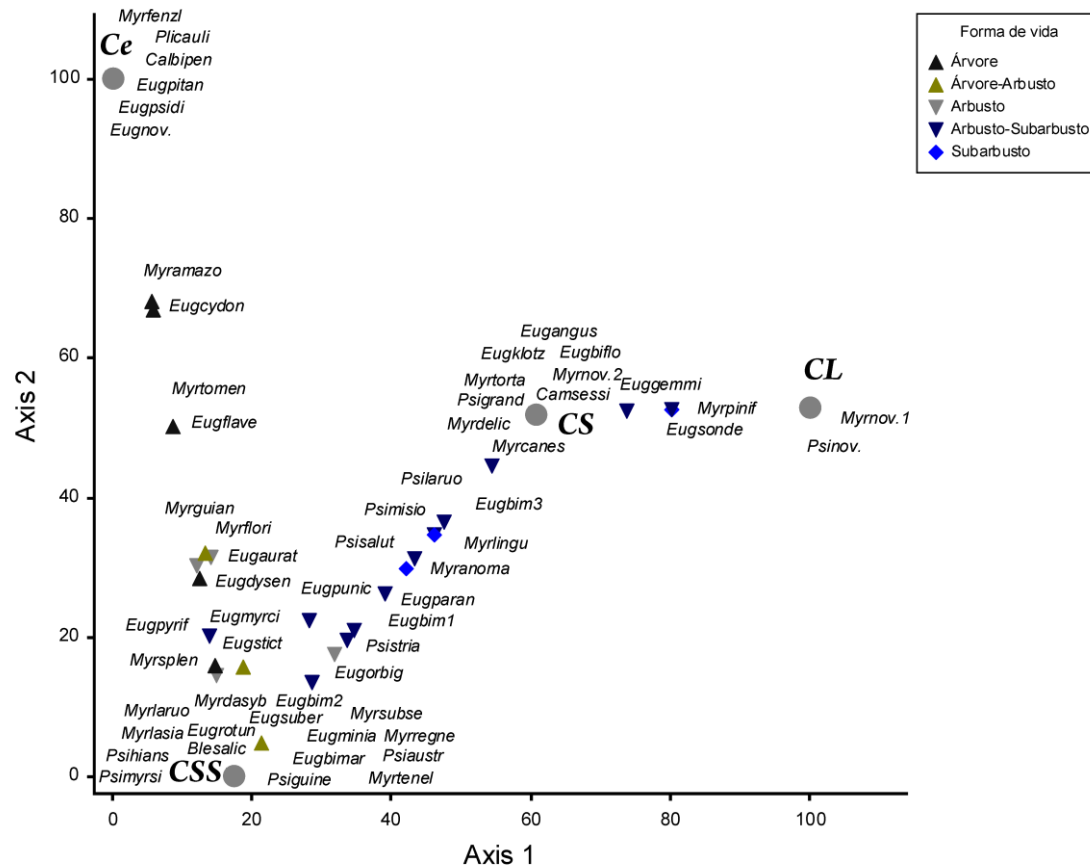


**Figura 4.** Distribuição do número de espécies de Myrtaceae segundo o tipo de fitofisionomia do cerrado *sensu lato* na Bolívia.

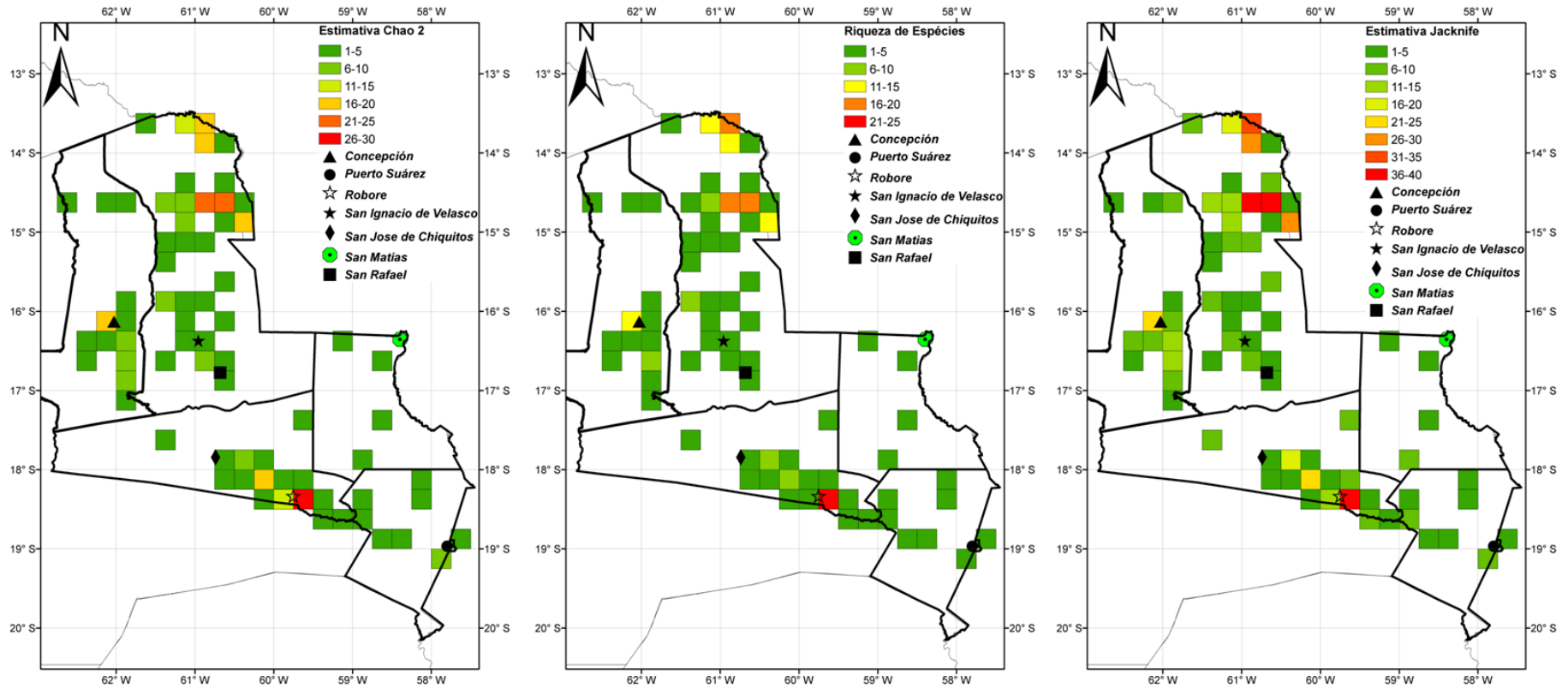




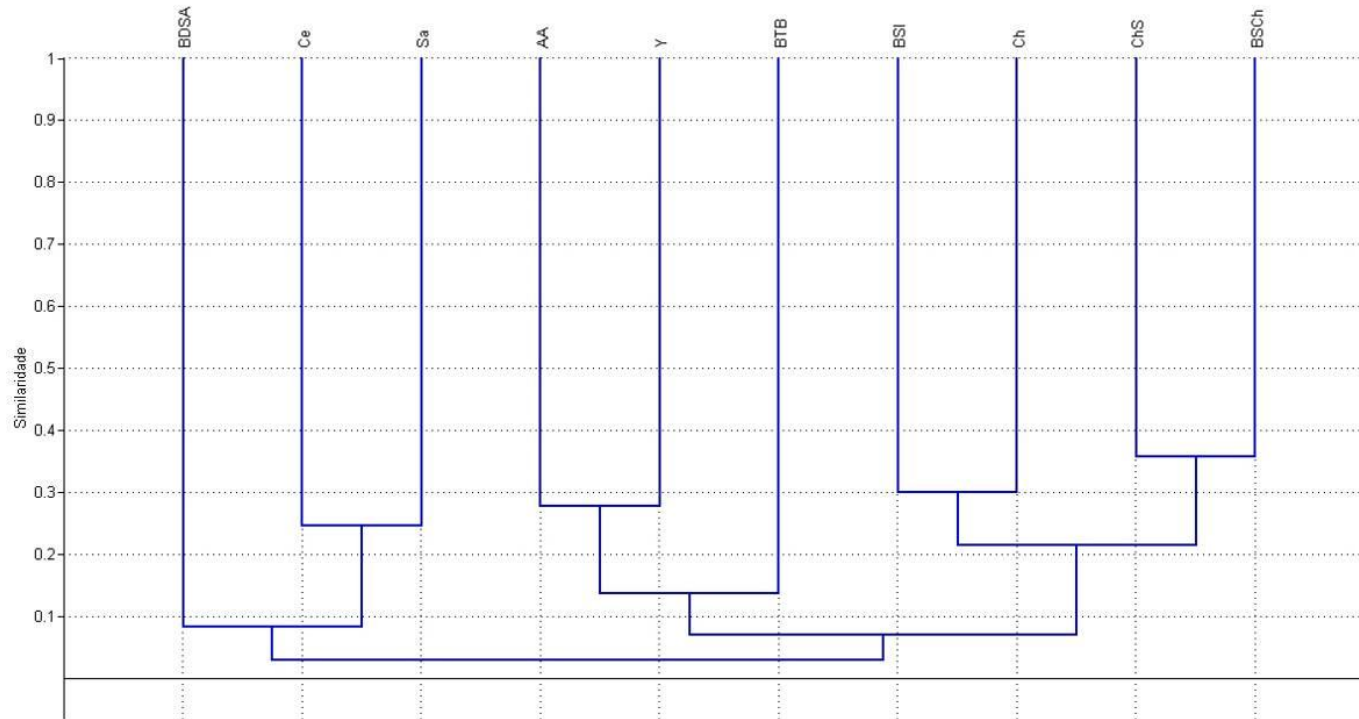
**Figura 5.** Análise de Similaridade de duas vias das quatro principais fitotisionomias do cerrado *sensu lato* da Bolívia. CL= campo limpo; CS= campo sujo; CSS= cerrado sensu stricto; Ce= cerradão. Abreviaturas das espécies: três primeiras letras é correspondente ao gênero; as cinco letras restantes é correspondente ao epíteto específico (vide anexo 1).



**Figura 6.** Ordenação das principais fitofisionomias do cerrado *sensu lato* segundo a distribuição de espécies da família Myrtaceae. Análise de DCA. CL= campo limpo; CS= campo sujo; CSS= cerrado sensu stricto; Ce= cerradão. Abreviaturas das espécies: três primeiras letras é correspondente ao gênero; as cinco letras restantes é correspondente ao epíteto específico (vide anexo 1).



**Figura 7.** Áreas com maior riqueza de espécies da família Myrtaceae da região do cerrado *sensu lato* da Bolívia. Valores total e potencial segundo as estimativas de *Chao 2* e *Jacknife 2*.



**Figura 8.** Dendrograma de similaridade de espécies da família Myrtaceae entre as principais ecorregiões da Bolívia. Classificação de ecorregiões da Bolívia e superfícies de cada uma delas segundo Ibisch *et. al.* (2003); Ce= Cerrado; BDSA= Bosque Del Sudeste da Amazônia; BTB= Bosque Tucumano-Boliviano; Sa= Savanas Úmidas ou Inundáveis; Y= Yungas; BSCh= Bosque Seco Chiquitano; AA= Vegetação Alto Andina (Prepuna + Puna Norteña + Puna Sureña); Ch= Chaco; ChS= Chaco Serrano; BSI= Bosque Seco Interandino.

**Anexo 1.** Lista de espécies e seus respectivos códigos utilizados para o análises de DCA e o dendrograma de duas vias.

<b>Espécie</b>	<b>Código</b>	<b>Espécie</b>	<b>Código</b>
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	Blesalic	<i>Myrcia canescens</i> O. Berg	Myrcanes
<i>Calyptanthes bipennis</i> O. Berg	Calbipen	<i>Myrcia dasyblasta</i> O. Berg	Myrdasyb
<i>Campomanesia sessiliflora</i> (O. Berg) Mattos	Camsessi	<i>Myrcia fenziiana</i> O. Berg	Myrfenzl
<i>Eugenia agustissima</i> O. Berg	Eugangus	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Myrguian
<i>Eugenia aurata</i> O. Berg	Eugaurat	<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	Myrlaruo
<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Eugbiflo	<i>Myrcia lasiantha</i> DC.	Myrlasia
<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	Eugbimar	<i>Myrcia lingua</i> (O.Berg) Mattos aff.	Myrlingu
<i>Eugenia bimarginata</i> DC. aff. 1	Eugbim1	<i>Myrcia pinifolia</i> Cambess.	Myrpinif
<i>Eugenia bimarginata</i> DC. aff. 2	Eugbim2	<i>Myrcia regnelliana</i> O. Berg	Myrregne
<i>Eugenia bimarginata</i> DC. aff. 3	Eugbim3	<i>Myrcia</i> sp. nov. 1	Myrmov.1
<i>Eugenia cydonifolia</i> O. Berg	Eugcydon	<i>Myrcia</i> sp. nov. 2	Myrmov.2
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	Eugdysen	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myrsplen
<i>Eugenia flavescens</i> DC.	Eugflave	<i>Myrcia subsessilis</i> O. Berg	Myrsubse
<i>Eugenia gemmiflora</i> O. Berg	Euggemmi	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Myrtomen
<i>Eugenia klotzschiana</i> O. Berg	Eugklotz	<i>Myrcia torta</i> DC.	Myrtorta
<i>Eugenia myrcianthes</i> O. Berg	Eugmyrci	<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	Myrdelic
<i>Eugenia orbignyana</i> O. Berg	Eugorbig	<i>Myrciaria floribunda</i> (H.B.K.) MeVaugh.	Myrflori
<i>Eugenia paranahybensis</i> O. Berg	Eugparan	<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg	Myrtelen
<i>Eugenia pitanga</i> (O. Berg) Kiaersk	Eugpitan	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	Plicauli
<i>Eugenia psidiiflora</i> O. Berg	Eugpsidi	<i>Psidium australe</i> Cambess.	Psiaustr
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	Eugpunic	<i>Psidium grandifolium</i> Mart. ex DC.	Psigrand
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Eugpyrif	<i>Psidium guineense</i> Sw.	Psiguine
<i>Eugenia rotundiflora</i> (Arn.) Wight	Eugrotun	<i>Psidium hians</i> Mart. ex DC.	Psihians
<i>Eugenia sonderiana</i> O. Berg	Eugsonde	<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess.	Psilaruo
<i>Eugenia</i> sp. nov.1	Eugnov.1	<i>Psidium missionum</i> Legr.	Psimisio
<i>Eugenia</i> sp. nov.2	Eugnov.2	<i>Psidium myrsinites</i> Mart. ex DC.	Psimyrsi
<i>Eugenia stictopetala</i> DC.	Eugstict	<i>Psidium salutare</i> (H.B.K.) McVaugh	Psisalut
<i>Eugenia suberosa</i> Cambess.	Eugsuber	<i>Psidium</i> sp. nov.	Psinov.
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	Myramazo	<i>Psidium striatulum</i> DC.	Psistria
<i>Myrcia anomala</i> Cambess.	Myranoma		

ANEXO 2. Villarroel et al. (Formato de Brittonia)

*Eugenia lomerensis* (Myrtaceae), una nueva especie del Cerrado boliviano y comentarios sobre *Eugenia orbignyana* O. Berg var. *pseudoverticillata* Mazine

DANIEL VILLARROEL<sup>1,2</sup>, KADJA MILENA GOMES-BEZERRA<sup>2</sup> Y CAROLYN E. B. PROENÇA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Herbario del Oriente Boliviano (USZ), Museo de Historia Natural Noel Kempff (U.A.G.R.M), Santa Cruz, Bolivia. E-mail: danielvillarroel81@hotmail.com

<sup>2</sup>Estudiantes del programa de Post-Graduación en Botánica, Universidad de Brasilia, Brasilia, DF., Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, CEP 70919-970, Brasília, DF, Brazil. E-mail: [cproenca@unb.br](mailto:cproenca@unb.br).

### **Resumen**

Se describe e ilustra *Eugenia lomerensis* D. Villarroel & Gomes-Bezerra, una nueva especie de la familia Myrtaceae, endémica del Cerrado de la región de Lomerío en la Chiquitanía (Santa Cruz-Bolivia). La diagnosis diferencial de *E. lomerensis* fue realizada con *E. orbignyana* O. Berg que es la especies más similar. También son presentados argumentos morfológicos para considerar a *Eugenia orbignyana* var. *pseudoverticillata* como un sinónimo de *E. orbignyana*.

### **Abstract**

*Eugenia lomerensis* D. Villarroel & Gomes-Bezerra, a new species of Myrtaceae, endemic to Cerrado vegetation in the Lomerío region in the Chiquitanía (Santa Cruz-Bolivia) is described and illustrated. *E. lomerensis* is compared with *E. orbignyana* O. Berg which is the most similar species. Arguments based on morphology are presented

resulting in the treatment of *Eugenia orbignyana* var. *pseudoverticillata* as a synonym of *E. orbignyana*.

**Palabras claves:** Cerrado, Eugenia, Región de Lomerío.

En Bolivia, el conocimiento taxonómico de la familia Myrtaceae es bastante escaso y más aun de la región del Cerrado. La última publicación taxonómica respecto a la familia en Bolivia fue realizada por Galarza (1993), la cual presenta una baja cantidad de especies de esta formación vegetal. Sin embargo a partir del 2007, con el inicio del proyecto Diversidad de los Cerrados del Oriente Boliviano (Darwin Initiative Project 16-004-Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado) se comenzó a explorar botánicamente con mayor intensidad esta vegetación que hasta entonces era poco estudiada florística y taxonómicamente, llegándose a encontrar una gran cantidad de nuevas especies para la ciencia de la flora en general, siendo una de ellas la que se describe en este trabajo para el género *Eugenia*.

***Eugenia lomerensis*** D. Villarroel & Gomes-Bezerra, **sp. nov.** Tipo: Bolivia, Santa Cruz, Ñuflo de Chávez, Comunidad El Cerrito, encima de la cúpula de granito, 16.5830°S, 061.8981°W, alt. 439 m, 13 nov. 2008 (flor y fruto), *J.R.I. Wood & D. Soto 25317* (Holotipo USZ; Isotipos UB, K, LPB) (Figura 1).

*Eugenia orbignyana* O. Berg similaris, sed xylopodio carens et foliis parvioribus (usque 2.6 cm, non 7.5 cm longis) venis lateralis paucioribus instructis, racimis paucioribus, non filiformis, 1-2 (non 2-4) paribus florum, staminibus paucioribus (usque 27, non plus que 36), hypanthio glabro, sepalis acutis (non rotundatis), intra strigis vestitis (non glabris) inter alia dignoscenda.

Arbusto 1-1.8 m; ramas adultas glabras de color ceniza-blanquecina; ramas jóvenes con pubescencia formada por tricomas simples y cortos de color blanquecino o castaño; ramas jóvenes saliendo de una agrupación de catáfilos basales; catáfilos cubiertos por

ANEXO 2. Villarroel et al. (Formato de Brittonia)

tricomas simples de color ferrugíneo o castaño. Hoja 1.5-2.6 x 0.4-0.7cm; elíptica o estrecho-elípticas; textura cartácea; discolora, verde en el haz, verde pálido en el envés; glabra y con glándulas salientes en ambas caras de la lámina; ápice y base agudos; vena primaria surcada a planada en el haz, saliente en el envés, con algunos tricomas simples, cortos y dispersos; venas secundarias poco a escasamente visibles en ambas caras de la lámina, ángulo de divergencia 35-60°, 9-13 pares; nervadura ultra-marginal formada por el primer par de venas secundarias, nervadura intra-marginal formada a partir del segundo par de venas secundarias, 0.3-0.7 mm de distancia del borde; borde repanda; pecíolo 0.1-0.3 mm de largo, levemente canaliculado, con tricomas simples, cortos y blanquecinos, presencia de coléteres de c. 0.25-0.3 mm de largo. Inflorescencia en racimos axilares, 0.7-1.4 cm de largo, 1-2 pares de flores, pedúnculo 1-5 mm de largo, no filiforme, cubierto por tricomas simples, curtos e blanquecinos. Piezas florales descritas a partir de botones florales. Botón floral 1.5-2 mm de diámetro; corola completamente cubierta por el cáliz; pedicelos 1-2 mm de largo, glabros; brácteas 1-1.5 mm de largo, libres, lanceoladas, margen ciliado y con tricomas simples y blanquecinos, ápice agudo, persistentes hasta el fruto, cara externa con tricomas simples, blanquecinos y con glándulas salientes, cara interna con pulverulencia blanquecina; bractéolas 1-1.5 cm de largo, libres o apenas sobrepuestas, deltoides o lanceoladas, margen ciliadas con tricomas simples de color blanquecinos o castaños, persistentes hasta el fruto, ápice agudo, cara externa glabrescentes y con glándulas salientes, cara interna glabra y con la base densamente pubescentes con tricomas simples de color blanquecinos, 6-8 coléteres de c. 0.25-0.3 mm de largo; hipanto 1 mm de largo, glabro; sépalos 4, 1-1.5 x 1-1.5 mm, persistentes hasta el fruto, triangulares, margen ciliado con tricomas simples, ápice agudo, cara externa glabrescentes y con glándulas salientes, cara interna con tricomas estrigosos y blanquecinos; pétalos 4, 1.5-2 x 1.5-2 mm, orbiculares, margen ciliado con



## ANEXO 2. Villarroel et al. (Formato de Brittonia)

tricomas simples y blanquecinos, ápice arredondeado, cara interna e externa glabras, glándulas salientes en ambas caras; estambres 23–27, ordenados en 2 verticilos, 1-1.5 mm de largo; antera 0.5 mm de largo, oblongas, con glándula apical; estilo 1.5-2 mm de largo, ápice agudo; ovario 2-locular, (2)3-6 óvulos por lóculo. Fruto maduro 1.2-1.4 x 1.2-1.5 mm, color negro, globoso, glabros, glándulas salientes, lóbulos del cáliz todos con dirección centrípeta; semilla 1, testa membranácea; embrión globoso.

**Distribución y hábitat.** *Eugenia lomerensis*, es una especie endémica y rara de la vegetación del Cerrado de la región de Lomerío de la Chiquitanía (Figura 2). Se conocen hasta ahora tres poblaciones que crecen entre los 300–500 m de altitud, dos de ellas en campo cerrado ralo a denso de acuerdo con los criterios de Ribeiro & Walter (2008) sobre afloramientos rocosos de arenisca, y otra en medio de islas de vegetación sobre afloramientos graníticos, o también denominados como vegetación de lajas (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006). Estas poblaciones observadas poseen individuos dispersos y una baja densidad.

**Fenología.** Florece y fructifica entre octubre y noviembre. Solo fue encontrada con botones florales y frutos, y no con flores abiertas, por lo que posiblemente las flores solo se abran muy brevemente, como ya fue observada en *Eugenia dysenterica* DC por Proença & Gibbs (1994), fenómeno denominado como floración de *Big Bang* (Gentry, 1974). Llama mucho la atención el hecho que los individuos de esta especie florezcan, luego formen frutos y paralelamente produzcan inflorescencias nuevamente, por lo que posiblemente tal vez tengan un doble fenómeno de floración del *Big Bang*. Este patrón fenológico es diferente a las que observamos en las otras especies de Myrtaceae del cerrado en Bolivia, cuyo patrón generalmente consistía en que cada individuo tenga una sola floración y fructificación por año.

ANEXO 2. Villarroel et al. (Formato de Brittonia)

**Material examinado.** BOLIVIA, Santa Cruz, Chiquitos, 70 Km al W de San José sobre el camino a Santa Cruz de la Sierra, alt. 400 m, 31 Oct. 1998, *J.R.I. Wood & F. Mamani 14076* (USZ, K); Ñuflo de Chávez, camino a Concepción, a unos 15 km al N de San Antonio de Lomerío, 16°40'23''S, 061°50'38''W, alt. 344 m, 17 Oct. 2010 (flor), *J.R.I. Wood & D. Villarroel 26877* (USZ, UB, K, LPB).

*Eugenia lomerioensis*, es una especie similar a *E. orbyniana* O. Berg, ambas pertenecen a la sect. *Racemosae* según los criterios expuestos por Berg (1857). Sin embargo estas dos especies poseen características morfológicas vegetativas y florales suficientes para hacer una buena diferenciación de las mismas, siendo estas escritas y comparadas en el Cuadro 1.

Además de estas diferencias morfológicas, también fueron encontradas características anatómicas diferenciales, en la forma de las células epidérmicas y en las células parenquimáticas. Estas fueron observadas a partir del desprendimiento de la epidermis y de cortes transversales de la porción media de las hojas.

*E. lomerioensis* presentó un parénquima en empalizada compuesto por 3 capas, y un parénquima esponjoso formado por 6-7 capas, las células epidérmicas en ambas fases presentaron un patrón ordenado y uniforme en tamaño, siendo profundamente sinuosos (hojas examinadas de las coletas *J.R.I. Wood et al. 14076* (UB), *J.R.I. Wood et al. 25317* (UB), *J.R.I. Wood et al. 26877* (UZS)).

En *E. orbyniana* se observó 1 sola capa de parénquima en empalizada, y 12 a 14 capas de parénquima esponjoso, las células epidérmicas en ambas fases presentaron un patrón algo desordenado y con tamaños variables, siendo estas moderadamente sinuosas (hojas examinadas de las coletas *J.R.I. Wood et al. 23574* (UB), *J.R.I. Wood et al. 23624* (UB), *J.R.I. Wood et al. 23840* (UB), *J.R.I. Wood 23919* (UB), *J.R.I. Wood et al. 23920* (UB), *J.R.I. Wood et al. 23993* (UB)).

*Eugenia orbignyana* **O. Berg.**

Mazine (2008) reconoció dos variedades de *E. orbignyana*, *E. orbignyana* var. *orbignyana* y *E. orbignyana* var. *pseudoverticillata* Mazine las que se son diferenciadas a penas por las siguientes características expresas en el Cuadro 2.

Sin embargo, observamos en las muestras colectadas de la región Chiquitana de Bolivia, región donde fue colectada el tipo de *E. orbignyana* var. *orbignyana* según Mazine (2008), que estas plantas presentan variaciones constantes en la forma del ápice de las bractéolas, inclusive en un mismo individuo, variando de entre agudo a arredondeado, y todas generalmente con hipanto algo pubescentes cuando el botón floral es joven.

La descripción de *E. orbignyana* var. *pseudoverticillata*, fue basado solo a partir de la colecta tipo, no haciéndose referencia de otras colecciones.

Por tanto, creemos que las características diferencias que posee *E. orbignyana* var. *pseudoverticillata* no son lo suficientemente sólidas y claras para poder diferenciarlas, ya que estas no llegan a ser constantes, presentándose inclusive en un mismo individuo. De esta manera proponemos el reconocimiento de *E. orbignyana* como un único taxón.

**Agradecimientos**

Agradecemos al Proyecto Darwin 16-004 “Conservación de los Cerrados de Este Boliviano” por el financiamiento del trabajo de campo y a los departamentos de morfología y sistemática, y de anatomía vegetal de la Universidad de Brasilia por el espacio y material de apoyo. Daniel Villarroel agradece a la CAPES/Universidad de Brasilia por los fondos para la realización de sus estudios de Maestría. Finalmente los autores agradecen a John Wood por ayuda con la revisión del manuscrito y preparación de la diagnosis en latín.

**Literatura citada**

Berg, O. C. 1857. Myrtaceae. In C. F. P. Martius. Flora Brasiliensis. 14(1): 1-468

ANEXO 2. Villarroel et al. (Formato de Brittonia)

Galarza, I. 1993. Myrtaceae A. L. de Jussieu. In T. J. Killeen, E. Garcia, & S. G. Beck (editors), Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden, La Paz.

Gentry, A. 1974. Coevolutionary patterns in Central American Bignoniaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 61:728-769.

Gottsberger, G. & I. Silberbauer-Gottsberger. 2006. Life in the Cerrado: A South American Tropical Seasonal Ecosystem. Origin, Structure, Dynamics and Plant Use. AZ Druck und Datentechnik GmbH, Kempten.

Mazine-Capelo, F. F. 2008. *Eugenia orbignyana* O. Berg var. *pseudoverticillata* Mazine, *Bradea* 13(1): 2.

Proença, C. E. B. & P. E. Gibbs. 1994. Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. *New Phytologist* 126:343-354.

Ribeiro, J. F. & B. M. T. Walter. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp. 150-211 in S. M. Sano, S. P. de Almeida & J. F. Ribeiro (editors), Cerrado: Ecologia e Flora. EMBRAPA - Informação Tecnológica, Brasília, DF.

**Cuadros 1.** Diferencias morfológicas entre *E. orbignyana* y *E. lomeroensis*.

<b>Característica</b>	<i>E. orbignyana</i>	<i>E. lomeroensis</i>
Habito	Arbusto, subarbusto	Arbusto
Xilopodio	Presente	Ausente
Ramas	Ramas jóvenes sin catáfilos evidentes  Ramas densamente pubescentes con tricomas cortos de color castaño	Ramas jóvenes con catáfilos en la base  Solo las ramas jóvenes poco a escasamente pubescentes con tricomas cortos de color blanquecinos o castaños
Hojas	Elípticas, oblongas, oblongo-lanceoladas  2.2-7.5 x 0.5-2.5 cm	Elípticas, estrecho-elípticas  1.5-2.6 x 0.4-0.7cm
Racimo	2-4 pares de flores, opuestas o subopuestas	1-2 pares de flores, siempre opuestas
Sépalos	Ápice arredondado  Cara interna glabra	Ápice agudo  Cara interna con tricomas estrigosos
Pétalos	Margen poco ciliado, generalmente solo en la parte apical	Margen densamente ciliados em toda su superficie
Estambres	36-42  3 verticilos estaminíferos	23-27  2 verticilos estaminíferos
Estilo	Ápice obtuso	Ápice agudo
Fruto	Corona de sépalos abierta	Corona de sépalos cerrada

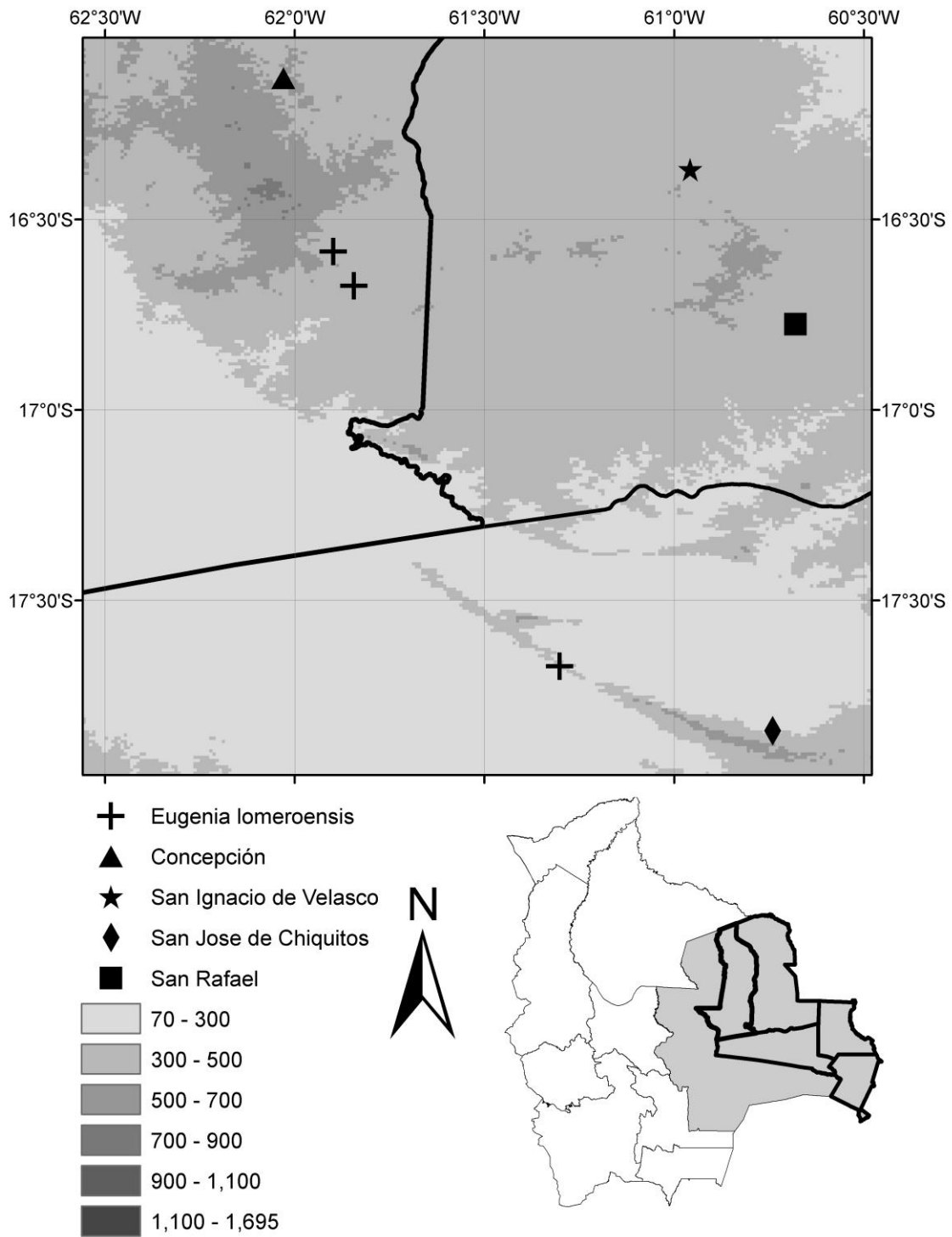
**Cuadro 2.** Características diferencias de las variedades de *Eugenia orbignyana* O.

Berg.

<i>Eugenia orbignyana</i>		
	<i>var. orbignyana</i>	<i>var. pseudoverticillata</i>
	Ápice agudo,	
Bractéolas	raramente arredondeado	Ápice arredondado
Hipanto	Glabro a subglabro	Densamente pubescentes



**Figura 1.** Imágenes de *Eugenia lomerensis*. A: hábito; B: fruto; C: individuo joven.



**Figura 2.** Distribución de *Eugenia lomerioensis* en el departamento de Santa Cruz (Bolivia).



A new and long-lost species of *Eugenia* from the Bolivian Cerrado

Daniel Villarroel<sup>1,2</sup>, Jair Eustaquio Quintino de Faria Jr.<sup>2</sup> & Carolyn Elinore Barnes Proença<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Herbario del Oriente Boliviano, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (UAGRM), Casilla Postal 2489, Avenida Irala 565, Santa Cruz-Bolivia. E-mail: [danielvillarroel@hotmail.com](mailto:danielvillarroel@hotmail.com).

<sup>2</sup> Estudante da Pós-graduação em Botânica, Universidade de Brasília, CEP 70919-970, Brasília, DF, Brazil.

<sup>3</sup> Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, CEP 70919-970, Brasília, DF, Brazil. E-mail: [cproenca@unb.br](mailto:cproenca@unb.br)

ABSTRACT. Two species of *Eugenia* L. (Myrtaceae Juss.), *E. teresa-ruiziana* D. Villarroel & Faria and *E. cydoniifolia* O. Berg are described and illustrated. The former is a new species whereas the latter has not been collected since 1842. Both species are endemic to the cerrados of the Lomerío region of eastern Bolivia. This paper examines and discusses their distinctive features and habitats.

RESUMEN. Dos especies de *Eugenia* L. (Myrtaceae Juss.), *E. teresa-ruiziana* D. Villarroel & Faria, y *E. cydoniifolia* O. Berg se describen e ilustran. El primero es una nueva especie, mientras que la segunda no se ha colectado desde 1842. Ambas especies son endémicas de los cerrados de la región de Lomerío del este de Bolivia.

*Key Words:* Bolivia, cerrado, Lomerío region, Myrtaceae, Santa Cruz.

ANEXO 3. Villarroel et al. (Formato de NOVON)

The Cerrado vegetation in Bolivia is primarily located in the eastern lowlands of the Department of Santa Cruz (Killeen et al., 1993; Navarro, 2002). Floristic studies of this vegetation are few in number and limited to specific regions (Killeen & Nee, 1991; Killeen & Schulenberg, 1998) or single plant families (Killeen, 1990). Most other recent studies have been focused on the ecology of the region and there have been no floristic inventories or taxonomic treatments. Recently an illustrated field guide to the plants of this region has been published (Wood 2011).

In late 2007 the Department of Plant Sciences of the University of Oxford and the Noel Kempff Mercado Museum came together in a Darwin Initiative Project (16-004) for the implementation of a floristic and taxonomic study of Cerrado vegetation, in order to identify areas with the greatest plant diversity. This paper presents descriptions and illustrations of two species of *Eugenia* found during this project, one new and the other not collected since 1842.

***Eugenia teresa-ruiziana*** D. Villarroel & Faria, sp. nov. TYPE: Bolivia, Santa Cruz, Prov. Ñuflo de Chávez, 17 Oct. 2010, *J.R.I. Wood & D. Villarroel* 26878 (holotype USZ, isotypes K, UB, LPB) (Figure 1).

Affine *Eugenia cydoniifolia* O. Berg sed cortice trunci pauce fisurado, foliis adultis non convexis infra glabris, 7 - 9 (non 4 - 5) paribus venarum secundariarum instructis, floribus staminibus paucioribus ( $\pm 130$ ) et 9 - 10 (non 29 - 31) ovulis in quoque loculo dispositis dignoscenda.

Tree 3-5 m tall; bark slightly woody; branches with cataphylls, young branches tomentose apically, trichomes simple, whitish to slightly ferruginous. Leaves petiolate, 4-8.5 X 2.4-5.2 cm, oblong or elliptical, chartaceous; apex shortly acuminate; base obtuse, slightly asymmetric; margin entire or slightly repand; adaxial surface strigose when young, trichomes simple, somewhat ferruginous, when mature glabrous, glands

ANEXO 3. Villarroel et al. (Formato de NOVON)

scattered, not prominent on young leaves, not visible at maturity; abaxial surface tomentose when young, trichomes simple, whitish, when mature glabrous, greyish; mid vein sulcate above, prominent beneath, secondary venation prominent on both surfaces, 7–9 pairs, marginal vein 2–3 mm from the margin; petioles 0.8–1.1 cm long, grooved, tomentose when young, trichomes slightly ferruginous, glabrous when mature.

Inflorescence of solitary axillary and terminal racemes, usually umbelliform, 4–5-flowered, white; floral buds pyriform, 2.5–3 mm long, 2–2.5 mm diameter; inflorescence bracts orbicular to deltoid, ca. 0.8–1.1 mm long, outside tomentose, inside glabrous with scattered glands, except at the apex where tomentose, trichomes whitish to ferruginous, patent; pedicels 2.0–8 mm long, tomentose, trichomes whitish to ferruginous; bracteoles 1–1.4 mm long, orbicular to deltoid, apex rounded or obtuse, free but overlapping in bud, indumentum as for bracts but 4–8 linear colleters present at the base; hypanthium 1.1–1.5 mm long, tomentose, trichomes whitish; calyx lobes 4, equal, 1.5–1.6 X 1.7–2.3 mm, orbicular, apex rounded, free in bud, tomentose on both surfaces, trichomes whitish to brown; petals 4, ca. 1.4–1.5 mm long when in bud, apparently green, orbicular, apex rounded, inside glabrous, outside puberulent, glands scattered, patent, margin ciliate, trichomes whitish; stamens ca. 130–132, in 5–6 irregular verticels, the region between the verticels of stamen and style with scattered trichomes, filaments 0.8–1.2 mm long, basally pilose, glandular, anthers ovate, with an apical gland; style 2 mm long in bud, glandular; ovary 2–locular, 9–20 ovules per locule. Fruit 1 X 0.7 cm, apparently globose-elliptical (old fruit only observed), blackish, seed 1, testa crustaceous, bracteoles persisting until the fruit falls.

*Distribution and habitat.* Known only from the Lomerío region in Ñuflo de Chávez Province in Santa Cruz Department in the eastern lowlands of Bolivia (Figure 3). It is

apparently a rare species growing in the understorey of cerradão and in areas of transition to Chiquitano Dry Forest on sandy soil and on stream banks.

*IUCN Red List category.* As this plant is only known from two collections and the populations have never been evaluated, this species must be categorized as Data Deficient (DD) (IUCN, 2001).

*Phenology.* *Eugenia teresa-ruiziana* is a deciduous tree which loses its leaves in the dry season between July and September; the new leaves and floral buds appear simultaneously with the arrival of the first rains in October. However, the exact time of flowering and fruiting remains uncertain.

*Etymology.* The specific epithet *teresa-ruiziana* pays tribute to Teresa del Valle Ruiz de Centurion, founder of the Herbario del Oriente Boliviano (USZ), who has studied the vegetation of eastern Bolivia and promoted floristic and ecological studies of the region.

*Discussion.* *Eugenia teresa-ruiziana* is a new species of the section *Umbellatae* according to the classification proposed by Berg (1857). *E. teresa-ruiziana* and *E. cydoniifolia* are quite similar especially in their type of pubescence and the color of the trichomes on the young leaves. However, they can be easily distinguished by a combination of vegetative and reproductive characters. The leaves of *E. cydoniifolia* are strongly convex when fresh, becoming folded in dried specimens, a characteristic also found in some other species of Myrtaceae, such as *Myrcia fenzliana* O. Berg. Other characters which distinguish it from *E. teresa-ruiziana* are the corky bark, the leaves with 4 - 5, not 7 - 9 secondary veins, flowers with 365 – 367, not 130 – 132 stamens and the ovary with 28 - 39, not 9 - 20 ovules. *E. teresa-ruiziana* has linear colleters at the base of the inner surface of the bracteoles but these are not present in *E. cydoniifolia*. These linear trichome-like structures have been found in some genera of Myrtaceae,

ANEXO 3. Villarroel et al. (Formato de NOVON)

such as in *Myrceugenia* O. Berg (Lima & Guedes-Bruni, 2004) and in *Algrizea* Proença & NicLugh. (Sobral *et al.*, 2010).

*Paratype*. Bolivia, Santa Cruz, Prov. Ñuflo de Chávez, Comunidad Las Trancas en la región de Lomerío, 16°58'S, 61°50'W, Nov. 1995, *L. Arroyo 1033* (USZ; MO).

***Eugenia cydoniifolia*** O. Berg, *Flora Brasiliensis* 14(1): 229. 1857. TYPE: Bolivia, Chiquitos, 1842, *D'Orbigny 783* (holotype P, isotype G) (Figure 2).

Tree 4-7 m tall; bark corky, deeply fissured; young branches apically tomentose, trichomes simple, ferruginous. Leaves petiolate, 5-7 X 3-5 cm, opposite (on young branches subopposite), elliptic (-slightly obovate), convex, chartaceous; apex obtuse; base acute or obtuse; margin entire to slightly repand, hyaline; adaxial surface opaque, green, glabrous, abaxial surface tomentose, trichomes simple, whitish; midvein sulcate above, prominent beneath; secondary venation prominent on both surfaces, 4-5 pairs, first and second pairs eucamptodromous, the others brochidodromous, 3-5 mm of distance from the margin; glands weakly visible on adaxial surface, not visible on the abaxial surface; petiole 0.9-1.2 cm long, channeled, glabrous. Inflorescence of solitary axillary and terminal racemes, usually umbelliform, 2-4-flowered; peduncle 0 - 0.1 mm long; floral buds pyriform, 5-6 mm long and broad; hypanthium tomentose; bracts 2 mm long, orbicular, tomentose on both side, trichomes whitish to ferruginous, margin ciliate, with ferruginous trichomes; pedicels 2.5-3 mm long, tomentose, trichomes whitish to ferruginous; bracteoles 1-1.5 mm long, deltoid, free, tomentose on both sides, trichomes whitish or ferruginous, persistent, sometimes even when the fruit is mature, apex obtuse or rounded; calyx 4-lobed, in unequal pairs, more or less orbicular with rounded apex, free, tomentose on both surfaces, trichomes whitish, the inner pair larger, 3.4-4 X 3.9-5.1 mm, the outer pair smaller 2.8-3.9 X 3.9-4.5 mm; petals 3.8-4.4 mm long, 4, green in bud, orbicular, rounded at the apex, glands prominent,

internally glabrous, externally tomentose, trichomes whitish or ferruginous, margin ciliate, trichomes ferruginous; stamens ca. 365–367 in 5–6 irregular whorls, the region between the staminal whorls and style tomentose, trichomes whitish, filaments 2.8–4.5 mm, glandular, anthers oblong or ovate, with an apical gland; style 5–6 mm in bud, glandular; ovary 2–locular with axillary placentation, locule walls internally puberulent, 29–38 ovules per locule. Fruit 1.1–1.3 X 1–1.2 cm, globose or elliptic, dark purple to black when mature, puberulent with scattered, whitish trichomes, glands somewhat patent, often with some surface roughness, calyx lobes persistent; seed 1, testa crustaceous, embryo elliptical-reniform. A photograph of this species can be found in Wood (2011).

*Distribution and habitat.* It is only known from the region of Lomerío in Ñuflo de Chavéz Province in the Department of Santa Cruz in Bolivia where it grows around rock outcrops in areas of transition with *Chiquitano* Dry Forest at 530–580 m altitude (Figure 3).

*IUCN Red List category.* Since little material has been seen and the probable area of occurrence has not been accurately explored, this species is categorized as Data Deficient (DD) (IUCN, 2001).

*Phenology.* It is a semi-deciduous tree, which loses some of its leaves during the dry season in August and September. Its flowering and fruiting time is not known but apparently begins after the onset of the rains. A few individuals were collected and observed with flower buds in mid-October, but its flowering peak is possibly between December and February, since many individuals were observed with immature and mature fruits in March.

*Notes.* *Eugenia cydoniifolia* (Govaerts *et al.* 2008) was originally described as *E. cydoniaefolia* by Berg (1857), based on a single collection made by D'Orbigny in 1842

### ANEXO 3. Villarroel et al. (Formato de NOVON)

from the Chiquitos region, a very imprecise area roughly coinciding with today's Chiquitania. It was collected again in 2009, and was illustrated and cited as *Eugenia* especie nueva by Wood (2011). *E. cydoniifolia* had never been recollected until field work under the project Conservation of the Cerrados of Eastern Bolivia (Darwin Project 16-004) began, although, the type collection was cited by Galarza (1993).

The photograph of the type material at P enabled us to identify the material collected recently with D'Orbigny 783 quite easily.

*Specimens Examined.* Bolivia. Chiquitos, 1842, D'Orbigny 783 (holotype and isotype photograph P). Prov. Ñuflo de Chávez, 50 km al S de Concepción sobre el camino a San Antonio de Lomerío, 16.5271°S, 61.9946°W, 533 m de altitud, 17 Mar. 2009, *J.R.I.*

*Wood, D. Villarroel & S. Renvoize 25747* (USZ, UB, K, LPB); Prov. Ñuflo de Chávez, Comunidad el El Encanto en la región de Lomerío, 18 Mar. 2009, *J.R.I. Wood, D.*

*Villarroel & S. Renvoize 25775* (USZ, UB, K, LPB). Prov. Ñuflo de Chávez, 50 km al S de Concepción sobre el camino a San Antonio de Lomerío, 16°31'37''S, 61°59'41''W, 539 m de altitud, 17 Oct. 2010, *J.R.I. Wood & D. Villarroel 26890* (USZ, UB, K, LPB).

### Acknowledgements

We are grateful to Claudenir Simões Caires for the illustration and the Darwin Initiative Project No. 16-004 "Conservation of the Cerrados of Eastern Bolivia" for financing field work in Bolivia and supporting Daniel Villarroel's studies in Brasilia. Daniel Villarroel thanks CAPES/Universidade de Brasília for an M. Sc. Grant. The authors would also like to thank John Wood for help with translation and preparation of the text for publication.

### Literature cited

ANEXO 3. Villarroel et al. (Formato de NOVON)

Berg, O. C. 1857. Myrtaceae. In: C. F. P. Martius. Flora Brasiliensis 14(1): 1-468

Galarza, I. 1993. Myrtaceae A. L. de Jussieu. In T. J. Killeen, E. García & S. G. Beck (editors), Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden, La Paz.

Govaerts, R., M. Sobral, P. Ashton, F. Barrie, B. K. Holst, L. R. Landrum, K.

Matsumoto, F. F. Mazine, E. Nic-Lughadha, C. Proença, L. H. Soares-Silva, P. G.

Wilson & E. Lucas. 2008. World Checklist of Myrtaceae. Royal Botanic Gardens, Kew.

IUCN. 2001. IUCN Red List Categories - Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

[http://www.iucnredlist.org/documents/2001RedListCats\\_Crit\\_Portugu%C3%AAs.pdf](http://www.iucnredlist.org/documents/2001RedListCats_Crit_Portugu%C3%AAs.pdf).

Killeen, T. J. 1990. The grasses of Chiquitania, Santa Cruz, Bolivia. Annals of the Missouri Botanical Garden 77:125-201.

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., E. García & Beck, S.G.. 1993. Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden, La Paz.

Killeen, T. J. & T. S. Schulenberg. 1998. Rapid Assessment Program: A Biological Assessment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia. Conservation International, Washington, DC

Lima, W. G. & Guedes-Bruni, R. R. 2004. *Myrceugenia* (Myrtaceae) ocorrentes no Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro. *Rodriguésia*, 55(85): 73-94.

Navarro, G. 2002. Vegetación y unidades biogeográficas de Bolivia. Pp. 1-500 in G. Navarro and M. Maldonado (editors), Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión, Cochabamba.



ANEXO 3. Villarroel et al. (Formato de NOVON)

Sobral, M.; Faria Júnior, J.E.Q. & Proença, C.E.B. 2010. A new species of *Algrizea* (Myrteae, Myrtaceae) From Bahia, Brazil. *Neodiversity*, 5: 1-6.

Wood, J.R.I. (ed). 2011. Guía Darwin de las Plantas de los Cerrados de la Chiquitania.

Museo de Historia Natural, Santa Cruz, Bolivia.

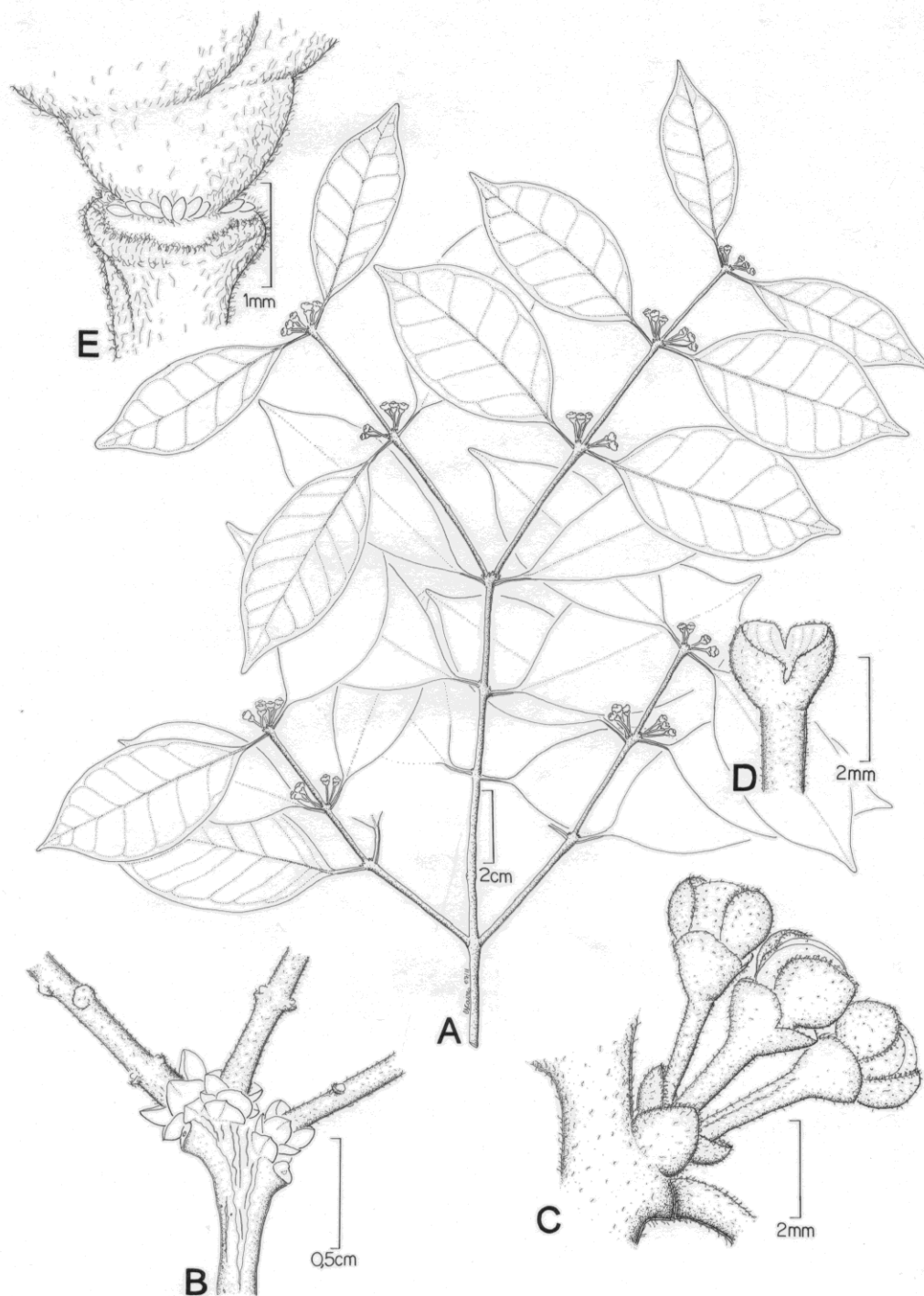


Figure 1. *Eugenia teresa-ruiziana* D. Villarroel & Faria. A: branchlets showing inflorescences; B: cataphylls grouped at the base of young branchlets; C: inflorescence; D: bracteoles; E: colleters.



Figure 2. *Eugenia cydoniifolia* O. Berg. A: habit; B: bark corky; C: fruits; D: buts floral.

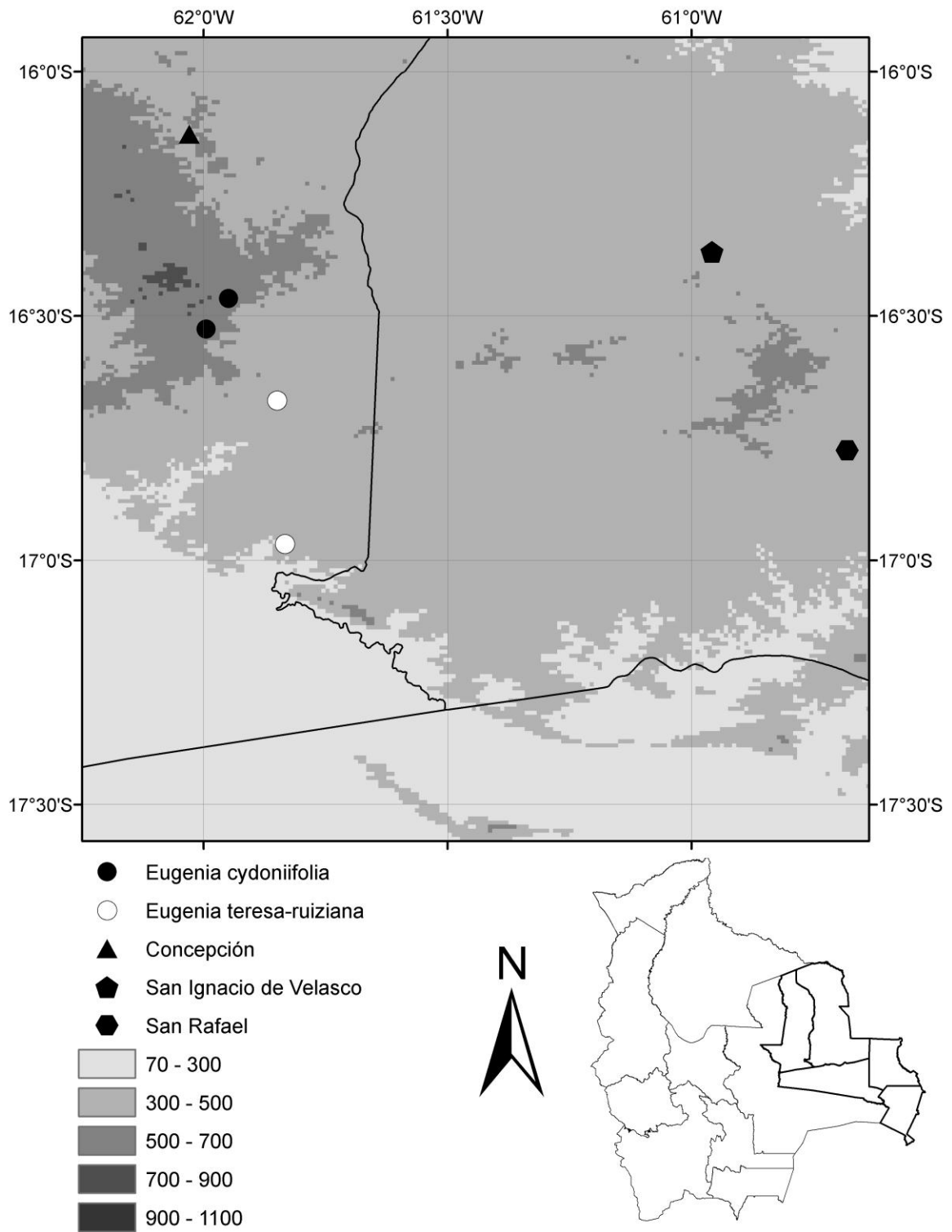


Figure 3. Distribution of *Eugenia teresa-ruiziana* D. Villarroel & Faria and *E. cydoniifolia* O. Berg in the Lomerío region.

## A new species and new records of Myrtaceae Juss. from the Noel Kempff Mercado National Park (Bolivia) and its surroundings

DANIEL VILLARROEL<sup>1,2</sup> & CAROLYN ELINORE BARNES PROENÇA<sup>3</sup>

**Abstract.** *Myrcia lignosa*, a new species only known from the Serranía de Huanchaca in the Noel Kempff Mercado National Park is described and illustrated. *Eugenia angustissima* O. Berg, *E. gemmiflora* O. Berg, *E. klotzschiana* O. Berg, *Myrcia dasyblasta* O. Berg, *M. lingua* (O. Berg) Mattos & D. Legrand and *M. torta* DC. are reported for Bolivia for the first time.

**Keywords.** Cerrado, *Eugenia*, *Myrcia*, new records, Serranía de Huanchaca.

### Introduction

The Cerrado vegetation in Bolivia is best represented in the eastern department of Santa Cruz (Killeen et al. 1993) in the region commonly known as Chiquitanía (Navarro & Ferreira 2004). The north of Chiquitanía lies mainly in Velasco Province of the Department of Santa Cruz, where the Noel Kempff Mercado National Park is situated. The main feature of this UNESCO World Heritage site is the Serranía de Huanchaca, which forms the largest *meseta* or plateau in Bolivia. The top of this mountain is covered mainly with *cerrado* vegetation interspersed with gallery forest (Killeen & Schulenberg 1998). It remains difficult of access and poorly known (Wood 2011a).

<sup>1</sup> Herbario del Oriente Boliviano, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (UAGRM), Casilla Postal 2489, Avenida Irala 565, Santa Cruz-Bolivia. E-mail: [danielvillarroel@hotmail.com](mailto:danielvillarroel@hotmail.com).

<sup>2</sup> Programa de pós-graduação em Botânica, Universidade de Brasília, CEP 70919-970, Brasília, DF, Brazil.

<sup>3</sup> Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, CEP 70919-970, Brasília, DF, Brazil. E-mail: [cproenca@unb.br](mailto:cproenca@unb.br)

The Cerrado biome is considered one of the most diverse savannah formations in the world (Mendonça et al. 2008) and is most extensive in Brazil. Among the ten most diverse families of the Cerrado are the Myrtaceae, which in Brazil is composed of 21 genera and 344 species (Mendonça et al. 2008). Both this biome and the Myrtaceae family are so far relatively poorly studied in Bolivia. This paper aims to increase our scientific knowledge of both in Bolivia by the description of one species new to science, and by records of several species not previously known in Bolivia.

***Myrcia lignosa*** D. Villarroel & Proença **sp. nov.** facie plantae juvenis *Myrciae pinifoliae* Cambess., sed habitu humile (usque 35 cm, non plus que 50 cm), floribus solitariis (raro duobus floribus pedunculatis instructa), non paniculatis et bracteolis foliosis in duobus paribus dispositis, differt. Typus: Bolivia, Santa Cruz, Prov. Velasco, 03 Dec. 2010, *J.R.I. Wood et al.* 27034 (holotypus USZ; isotypus K, UB, LPB) (Fig. 1).

Tufted subshrub to 0.35 m high; xylopodium woody, vertical and horizontal, the vertical often carrot-shaped; stems arising from the base, many, usually simple, cylindrical, becoming flattened when dry, glabrous, when young reddish to wine-coloured, when mature light green. Leaves 2 - 4 x 0.1 - 0.2 cm, opposite, sub-opposite or alternate; lamina linear or weakly oblong, chartaceous, opaque, glands visible on both surfaces, glabrous, reddish when young; when mature with upper surface glaucous-green, lower surface light green; apex acute; base cuneate or decurrent; margin entire; marginal vein 0.1 - 0.2 mm from the margin; mid vein sulcate above, prominent beneath, secondary veins not visible above, scarcely visible beneath; petiole 0.1 - 2 mm long, not canaliculate, glabrous. Flowers usually solitary (rarely paired and sessile at the apex of the peduncle), axillary from the middle of the branch upwards, one peduncle per axil; peduncles (1) 2 - 3 cm long, wine-colored, glabrous; floral buds pyriform; bracteoles oblong, persistent, arranged in 2 pairs, decussate, the first pair a little larger than the

second, first pair 0.6 – 1.2 cm long, second pair 0.3 - 0.7 cm long, when young reddish or wine-coloured, when mature light green, glabrous, mid vein sulcate above and prominent beneath; hypanthium 1 - 1.5 mm, glabrous; calyx 5-lobed (rarely 6-lobes), 2 - 4 mm long and 1.5 - 2.5 mm wide at the base, persistent, lobes triangular or lanceolate, apex acute or obtuse, glabrous on both sides, margin not ciliated, wine-red in colour when young; petals 5, 2 – 3 x 2.5 – 3 mm, red in bud, white and sometimes with a red spot in the center at anthesis, glabrous, margin not ciliate, not glandular; stamens 98 to 112 arranged in 3 to 4 irregular whorls, 0.9 - 1.1 cm long; anthers elliptical, < 0.5 mm long; style 0.9 to 1 cm long, glabrous; stigma globose; ovary 2 locular, ovules 2 per locule. Fruit globose, 0.8 to 0.9 x 0.7 to 0.8 cm, glabrous, purple to blackish, calyx lobes persistent, seeds not observed. A photograph of this plant is provided in Wood (2011b) under the name *Myrcia* especie nueva.

**DISTRIBUTION.** Endemic to the meseta of the Serranía de Huanchaca, Noel Kempff Mercado National Park in the north of Santa Cruz Department, Bolivia (Map. 1).

**SPECIMENS EXAMINED. BOLIVIA.** Santa Cruz: Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Meseta de Huanchaca, Las Gamas, 14°49'24"S, 60°23'10"W, 6 Nov. 1993, *R. Guillén & T. Centurión* 880 (USZ, MO); Las Gamas, 14°48'52"S, 60°24'08"W, 1 Nov. 1995, *T.J. Killeen & T. Grinwood* 7821 (USZ, MO); Campamento Huanchaca 2, 14°31'48"S, 60°44'44"W, 17 Nov. 2009, *J.R.I. Wood et al.* 26462 (USZ, K, UB, LPB); Campamento Huanchaca 2, 14°31'30"S, 60°44'26"W, 3 Dec. 2010, *J.R.I. Wood et al.* 27034 (USZ, K, UB, LPB).

**HABITAT.** Grows between 690 to 920 m altitude in patches of campo limpo on permanently wet, sandy or stony soil on gentle slopes leading down to valleys with gallery forests and its fringing vegetation. The habitat is dominated by grasses that can

reach up to 1 m high so this species may go unnoticed when the area is not burned. However, after the biomass is eliminated by burning, this species grows rapidly, dominating and giving a reddish color to patches of wet campo, making it very attractive from a distance. Flowering is probably closely related to the occurrence of fire - in unburned areas plants were not observed with either flowers or fruits.

**PHENOLOGY.** Some populations were observed and collected fertile in November and December. However its reproductive phase is strongly related to the occurrence of fire and the onset of the rains. Populations with entirely vegetative individuals were observed in unburned areas.

**CONSERVATION STATUS.** *Myrcia lignosa* is so far only known in the zones of Campamentos Huanchaca 2 and Las Gamas in the southern part of the Serranía de Huanchaca (Noel Kempff Mercado National Park), which is some 4.900 km<sup>2</sup> in extent (Killeen & Schulenberg, 1998). This serranía has been little explored due to the great difficulty in access (Wood 2011a). It is possible that *M. lignosa* is present in other parts of the *serranía* because these patches of wet field (*campo húmedo*) are frequent within the entire mosaic of vegetation covering the *serranía*. According to the criteria used by IUCN (2001) *M. lignosa* should be classified in the conservation status of Least Concern (LC), not because it is abundant and has a wide distribution, but rather because its populations do not face any external threat, being common in open campo. The area is a national park legally protected under Bolivian law and human access is difficult.

**ETIMOLOGY.** The specific epithet *lignosa* derives from the latin *ligna* which means wood, and was chosen for two reasons: first because of the thick woody xylopodium which is sometimes more extensive than the stems; and secondly, in recognition to the



English botanist, John R.I. Wood, for his great contributions to the botanical knowledge of Bolivia, the epithet referring to his last name.

**NOTES.** The populations of *Myrcia lignosa* grow with another species of Myrtaceae, a subshrub which we believe is also a new species and is tentatively identified as a species of either *Myrcia* DC. or *Psidium* L. pending fruiting collections. *Myrcia lignosa* is much more abundant than the other species but these two species share the same habit, habitat, and phenological cycle. It is very interesting to find two new species always growing together, which have developed very similar morphological vegetative characteristics in terms of xylopodium, habit and leaf form. These morphological similarities may indicate how the family responds evolutionarily to the environmental conditions of wet fields (campo úmido) in the Cerrado biome.

*Myrcia lignosa* is vegetatively quite similar to young individuals of *Myrcia pinifolia* Cambess., because of its oblong to linear leaves, but differs in its size and floral characters; *M. pinifolia* often exceeding 50 cm in height and has a paniculate inflorescence.

### **New botanical records for Bolivia**

Below is a list of species not previously recorded in the Bolivian flora and known only from the Cerrado biome of Brazil, the habitats being denominated according to the classification of Ribeiro & Walter (2008):

*Eugenia angustissima* O. Berg, previously only known from Brazil and Paraguay, is now recorded from the Noel Kempff Mercado National Park, growing in the Serranía de Huanchaca in the area of Campamento Huanchaca 1 around 500 m.

ANEXO 4. Villarroel & Proença (Formato do Kew Bulletin)

Santa Cruz, Velasco, Parque Nacional Noel Kempf Mercado, Campamento Huanchaca 1, 13°53'41"S, 60°48'46"W, 28 Jan.1997, A. Soto *et al.* 411 (USZ, MO).

*Eugenia gemmiflora* O. Berg; previously only known from Brazil, it has been found in the Noel Kempff Mercado National Park, growing along the path to Campamento Huanchaca 2 in *campo sujo*, between 650 at 690 m, and in the Pampas de Los Fierros, at 300 m. It appears to be uncommon.

Santa Cruz, Velasco, Parque Nacional Noel Kempf Mercado, Los Fierros, 14°36'25"S, 60°51'23"W, 14 Oct. 1994, T. Killeen *et al.* 6779 (USZ, MO); Meseta de Huanchaca, 14°31'55"S, 60°44'24"W, 3 Dec. 2010, J.R.I. Wood *et al.* 27027 (USZ, K, UB, LPB).

*Eugenia klotzschiana* O. Berg, previously only known Brazil, also occurs in the Noel Kempff Mercado National Park, by the trail to Huanchaca 2 in *campo sujo úmido* on gentle slopes fringing gallery forest, at 650 m, is locally abundant.

Santa Cruz, Velasco, Parque Nacional Noel Kempf Mercado, Meseta de Huanchaca, 14°31'55"S, 60°44'24"W, 3 Dec. 2010, J.R.I. Wood *et al.* 27031 (USZ, K, UB, LPB).

*Myrcia dasyblasta* O. Berg; previously only known from Brazil and Paraguay, it has been collected on Cerro Manomó, located south of the Noel Kempff Mercado National Park, growing in *cerradão* and *cerrado sensu stricto*, on more or less stony soils around 500 m.

Santa Cruz, Velasco, Cerro Manomó, 100 km al N de San Ignacio de Velasco, 15°30'29"S, 60°41'48"W, 12 Nov. 2009, J.R.I. Wood & D. Soto 26410 (USZ, K, UB, LPB).

#### ANEXO 4. Villarroel & Proença (Formato do Kew Bulletin)

*Myrcia lingua* (O. Berg) Mattos & D. Legrand, previously only known from Brazil, has been collected in the Noel Kempff National Park in *campo sujo* and *cerrado sensu stricto* around Campamento Huanchaca 2 and Los Fierros.

Santa Cruz, Velasco, Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Los Fierros – Pampas de Toledo, 14°33'00"S, 60°49'25"W, 06 Nov. 1993, *B. Mostacedo & M. Menacho* 1211 (USZ, MO); Meseta de Huanchaca, Campamento Huanchaca 2, 14°32'22"S, 60°44'15"W, 4 Nov. 2008, *J.R.I. Wood et al.* 25239 (USZ, K, UB, LPB); Meseta de Huanchaca, Campamento Huanchaca 2, 14°31'55"S, 60°44'24"W, 3 Dec. 2010, *J.R.I. Wood et al.* 26463 (USZ, K, UB, LPB).

*Myrcia torta* DC., previously only known from Brazil, in has been found in the Noel Kempff Mercado National Park, growing infrequently in the Campamento Huanchaca 2 zone in *campo sujo* between 650 at 690 m.

Santa Cruz, Velasco, Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Meseta de Huanchaca, 14°30'54"S, 60°44'36"W, 3 Nov. 2008, *J.R.I. Wood et al.* 25207 (USZ, K, UB, LPB); Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Meseta de Huanchaca, 14°32'11"S, 60°44'15"W, 4 Nov. 2008, *J.R.I. Wood et al.* 25235 (USZ, K, UB, LPB).

#### **Acknowledgements**

The support of the Darwin Initiative Project 16-004 “Conservation of the Cerrados of Eastern Bolivia” financed field work. Daniel Villarroel thanks CAPES/Universidade de Brasília for an M. Sc. Grant as well as support from the Darwin Project. The authors thank John Wood for help in the revision of the manuscript and preparation of the Latin diagnosis.

#### **References**

Killeen, T. J. & E. García & S.G. Beck (eds.). 1993. *Guía de Árboles de Bolivia*.

Herbario Nacional de Bolivia, La Paz & Missouri Botanical Garden.

----- & 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.

Mendonça, R. C., J. M. Felfili, B. M. T. Walter, M. C. Silva Júnior, A. V. Rezende, T. S. Filgueiras, P. E. Nogueira & C. W. Fagg. 2008. Flora vascular do Bioma Cerrado: Checklist com 12.356 espécies. Pp. 422-1279 in S. M. Sano, S. P. Almeida & J. F. Ribeiro (eds.), *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF.

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.

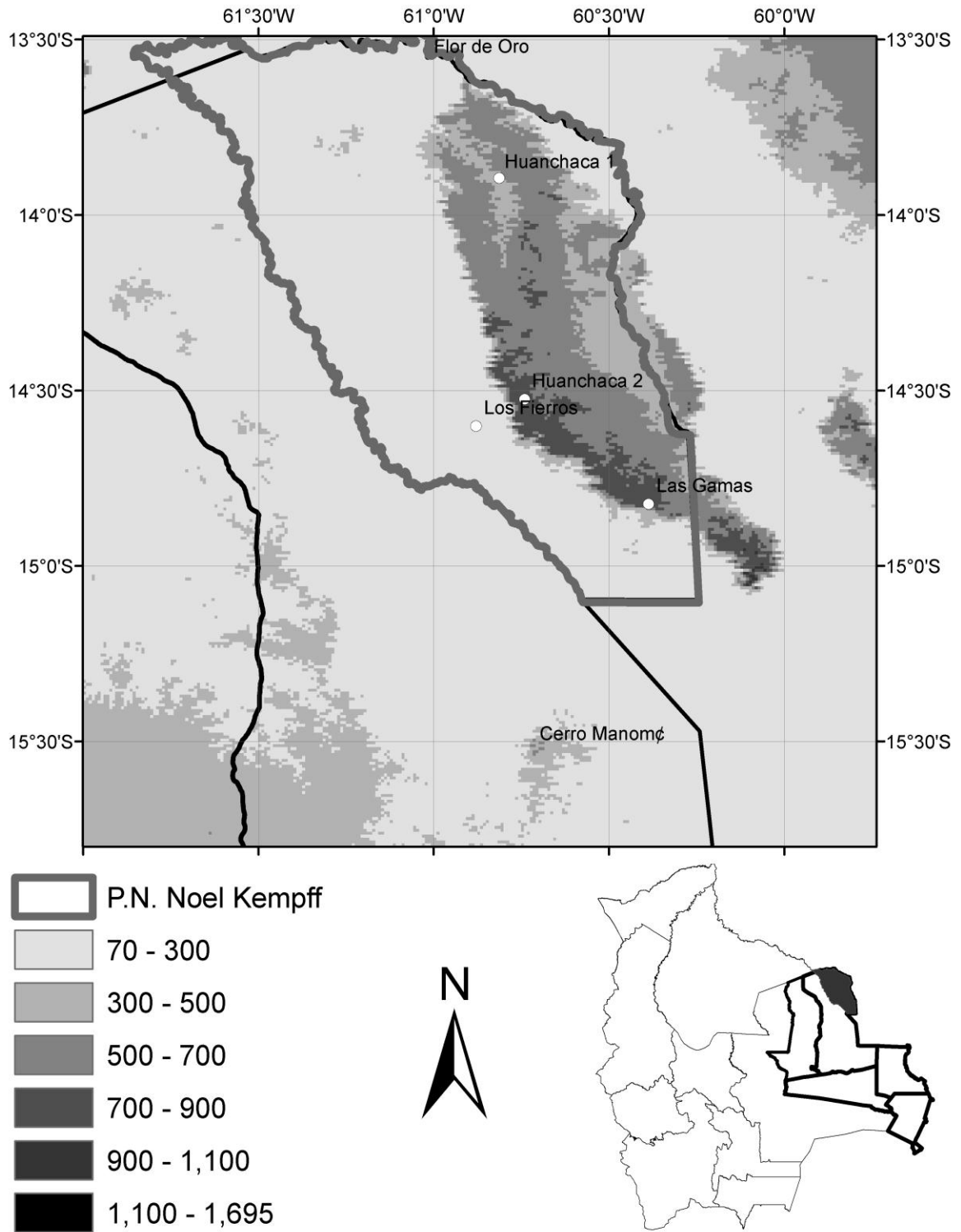
Ribeiro, J. F. & B. M. T. Walter. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp. 150-211. In S. M. Sano, S. P. Almeida & J. F. Ribeiro (eds.). *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF.

J. R. I. Wood 2011a. The Lost World of Sir Arthur Conan Doyle. *Oxford Plant Systematics* 17: 15.

----- (ed.). 2011b. *Guía DARWIN de las plantas de los cerrados de la Chiquitanía*. Museo de Historia Natural Noel Kempff, Santa Cruz, Bolivia.



Figure 1. *Myrcia lignose* D. Villarroel & Proença, A) habit and xylopodium, B) flowers, C) flower buds and bracteoles.



Map 1. Benchmarks in the region of the Noel Kempff Mercado National Park from Bolivia.

## Notes on *Psidium* (Myrtaceae) in Bolivia with the description of a new species.

**Daniel Villarroel<sup>1</sup> & Carolyn Elinore Barnes Proença<sup>2</sup>**

**Summary.** New discoveries in *Psidium* in Bolivia are presented. These include various new records and a new species *Psidium rubellum* Proença & D. Villarroel from the Noel Kempff Mercado National Park, a world heritage site in north east Bolivia. *Psidium nutans* O. Berg is shown to be a synonym of *P. hians* Mart. ex DC. Maps and illustrations are provided.

*Psidium* is a neotropical genus of some 100 species centred on the Cerrado biome of Brazil. The genus has been relatively neglected in Bolivia with six species listed by Foster (1958) and a mere four recorded by Killeen et al. (1993), the reduction in numbers a consequence of three of Foster's names belonging to the cultivated *Psidium guayava* L. However, during the course of the Darwin Initiative Project 16-004, "Conservation of the cerrados of Eastern Bolivia, at least five species were found in Bolivia for the first time: *Psidium grandifolium* Mart ex DC., *P. hians* Mart. ex DC, *P. missionum* D. Legrand, *P. myrsinites* DC. and *P. rubellum* Proença & D. Villarroel, described for the first time below.

***Psidium rubellum* Proença & D. Villarroel, sp. nov.** *Psidii reptantis* (D. Legrand) Soares-Silva & Proença similis, sed , foliis lineariis, oblongis vel oblanceolatis apice agudo, obtuso

---

<sup>1</sup> Herbario del Oriente Boliviano, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (UAGRM), Casilla Postal 2489, Avenida Irala 565, Santa Cruz-Bolivia. E-mail: [danielvillarroel@hotmail.com](mailto:danielvillarroel@hotmail.com).

<sup>2</sup> Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, CEP 70919-970, Brasília, DF, Brazil. E-mail: [cproenca@unb.br](mailto:cproenca@unb.br)

ANEXO 5. Villarroel et al. (Formato do Kew Bulletin)

vel rotundato mucrone inconspicuo instructo, pedicelis brevioribus, hipanto glabro. ovulis in quoque loculo paucioribus distincta..Typus: Bolivia. Santa Cruz: Provincia Velasco, Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Serranía de Huanchaca, Campamento Huanchaca 2, 14°31'N, 60°44'W, 710 m, 3 Dec 2010, *J. R. I. Wood, D. Villarroel & M. Mendoza* 27033 (holotypus USZ; isotypi K, UB, LPB).

Subshrub to 0.25 m high, caespitose, xylopodium woody, both horizontal and vertical; stems many, emerging from the base, unbranched, cylindrical in live plants but becoming flattened during drying, usually reddish or wine-colored, pubescent when young; hairs simple, whitish. Leaves usually opposite or subopposite, distally alternate; sessile to subsessile, reddish when young, glaucous-green above and light opaque green below at maturity; mature leaf blades 3 - 5 x 0.3 - 0.6 cm, linear, oblong or oblanceolate, leaf breadth/length ratio 6.8 - 13.3, chartaceous, pubescent along midvein and margins when young; apex acute, obtuse or rounded, the extreme tip inconspicuously mucronate; base cuneate to obtuse, decurrent; midvein raised on both surfaces, somewhat more so below, canaliculate distally above; lateral veins c. 5 - 6 pairs, brochydromous, forming a marginal vein 0.3 - 0.5 mm from the edge, the first pair ascending at an angle of ca. 30°, the others ca. 45° - 50°, veins equally raised on both surfaces, inter-lateral veins exmedial, branched; glandular dots sparse, visible on both sides, pustulate, 2 - 4 per mm<sup>2</sup>; petiole 0.8 - 2 mm. Flowers usually solitary, rarely in 3-flowered dichasia with a sessile central flower, the lateral flowers with pedicels 2 - 9 mm; peduncles (1-)1.3 - 4.9, wine-colored; mature floral buds reddish in fresh material, wide-pyriform to turbiniform when mature, 7 - 10 mm long, pustulate-glandular, hypanthium obconical, c. 1.5 mm long, glabrescent (pubescent when very young); bracteoles deciduous, linear to linear-spatulate, ca. 1 - 2.5 mm, pilose with whitish hairs; sepals 5, shorter than the petal globe, 0.8 - 1 mm long and 1 mm wide at



the base, ca. 3.5 mm long, deltoid, acute; petals red at base in bud, pinkish in the open flowers, oblong or elliptic, ca. 5 x 6 mm long, ciliate, densely glandular; stamens 126 - 132, arranged in 4 to 5 irregular whorls, filaments 4 - 6 mm long, glandular, anthers oblong, <0.5 mm long; style 6 - 6.5 mm long, glabrous, glandular; stigma punctiform; ovary 3-locular, ovules 2 per locule, placentation lamellate. Fruits (immature) 4 - 5 x 3 mm, glabrous; calyx lobes persistent; seeds not observed. A photograph of this species under the name *Psidium* especie nueva can be found in Wood (2011a: 162).

**DISTRIBUTION AND HABITAT.** Known so far only from the Huanchaca meseta in the Noel Kempff Mercado National Park near the Brazilian frontier in the north east of Santa Cruz Department (Fig. 2) (Wood 2011a), between 690 to 920 m altitude. It grows in patches of wet, but not waterlogged, open grassland (*campo limpo humedo*) on sandy soil with rocky outcrops, on gentle slopes leading down to valleys with gallery forests and *their fringing* vegetation. This species usually goes unnoticed when its habitat is not burned, as the near linear leaves intermix with the dominant grasses that can reach up to 1 m high. As soon as biomass is eliminated by burning, *P. rubellum* grows very rapidly, the combination of young, reddish tinted-leaves and pinkish flowers presenting an attractive combination that makes the patches of wet field quite conspicuous. It is commonly associated with another new species of Myrtaceae, *Myrcia lignosa* Proença & D. Villarroel, which is vegetatively very similar.

**PHENOLOGY.** Some populations were observed and collected fertile in November and December. It appears that the reproductive phase is strongly related to the occurrence of fire and the arrival of the rains. Completely sterile populations were observed in unburned areas.

CONSERVATION STATUS. *Psidium rubellum* is known only from the areas of Campamentos Huanchaca 2 and Las Gamas in the Serranía de Huanchaca in the Noel Kempff Mercado National Park. This serranía has an area of approximately over 4,900 km<sup>2</sup>. Few botanical explorations have been conducted over the serranía due to the great difficulty of access. It is possible that the species is present in other areas in the serranía, because these patches of wet open grassland appear to be frequent in the mosaic of vegetation that covers the meseta. According to the IUCN (2001) criteria, this species should be categorized as Least Concern (LC). not because it is abundant or has a wide distribution but because it does not face any external threat and is common within these patches of wet field (*campo limpo húmedo*). The whole Noel Kempff Mercado National Park is legally protected under Bolivian law and access is difficult even for botanists (Wood 2011b).

ETYMOLOGY. The specific epithet refers to the reddish new stems, leaves and petals.

ADDITIONAL SPECIMENS EXAMINED. BOLIVIA. Santa Cruz: Velasco. Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Meseta de Huanchaca, Las Gamas, 14°48'52''S, 60°24'08''W, 1 Nov. 1995, *T.J. Killeen & T. Grinwood* 7822 (USZ, MO); *ibid.*, Campamento Huanchaca 2, 14°31'48''S, 60°44'44''W, 17 Nov. 2009, *J.R.I. Wood, P. Pozo & D. Soto* 26463 (USZ, K, UB, LPB); *ibid.*, Meseta de Huanchaca, Campamento Huanchaca 2, 14°31'30''S, 60°44'26''W, 3 Dic. 2010, *J.R.I. Wood, D. Villarroel & M. Mendoza* 27033 (USZ, K, UB, LPB).

NOTES. This species is probably a member of the *Psidium salutare* group sensu (Landrum 2003) because of its shrubby habit, opposite, alternate or ternate leaves, solitary flowers arising at basal, leafless nodes, and open flower buds. It may be distinguished from other species of *Psidium* of this complex by the combination of linear to oblanceolate leaves (leaf length to width ratio 6.8-13.3) with a rounded or obtuse apex, delicate peduncles (1.3-)2 -

4.9 cm; 3), poorly developed, filiform bracteoles that are deciduous in very young bud and the unusual shape of the buds, with small ovaries (c. 1mm long x 1.5mm diam) and wide hypanthial cups (c. 5mm diam) in which the 5 small (c. 1mm long), unequal calyx lobes are clustered away from the expanding outer petal which thus resembles a sixth sepal.

The species is known only from the collections listed above. It was collected through an active effort to sample isolated areas of *cerrado* in Bolivia through the “Cerrados of Eastern Bolivia Darwin Initiative Project” for conservation purposes.

The evolution of shrubby species with ericoid leaves is a recurring pattern that is found in several other genera of Myrtaceae in the Cerrado biome. Examples are: *Eugenia angustissima* O. Berg (from Goiás, the Distrito Federal and Mato Grosso), *Blepharocalyx myriophylla* (Casar.) Moraes & Sobral (from Minas Gerais), *Myrcia pinifolia* Cambess., *M. linearifolia* O. Berg (both from Goiás and the Distrito Federal) and *Myrcia lignosa* (from the Noel Kempff Mercado National Park). These species grow in more open vegetation such as open grass field (*campo limpio*) and wet field (*campo húmedo*). It is also remarkable that all have somewhat rosy flowers as opposed to the pure white usually found in arboreal species, which may be related either to pollinator attraction or to the physiology of flowering in small, recurrent species that have vigorous xylopodia.

***Psidium hians*** Mart. ex DC. (1828: 234). Type: Brazil, Martius s.n. (holotype M)

*P. nutans* O. Berg (1857: 394), **synon nov.** . Type: Brazil, Gardner 2598 (holotype G. isotypes BM, OXF, P).

A photograph of *Psidium hians* can be found in Wood (2011a: 162).

*Psidium hians* Mart. ex DC. and *P. pubescens* Mart. ex DC. were described and published together by de Candolle in 1828. Some 29 years later, Berg (1857), transferred *P. pubescens* to *Campomanesia* as *Campomanesia pubescens* (Mart. ex DC.) O. Berg. In his revision of the genus *Campomanesia* Landrum (1986) treated *Psidium hians* as a synonym of *Campomanesia pubescens*. However, after examining images of the type specimens of *P. hians* and *P. pubescens* (*Campomanesia pubescens*) on the Field Museum website (<http://fieldmuseum.org/explore/department/botany/collections>) we conclude that they are two completely different species as they differ both in their vegetative and reproductive parts. *Psidium hians* Mart. ex DC., should, therefore, be considered an accepted name.

A consequence of Landrum's treatment of *Psidium hians* as a synonym of *Campomanesia pubescens* has been that *P. nutans* O. Berg described 29 years after *P. hians*, has been generally used erroneously for *P. hians*. Examination of herbarium material shows that it is a synonym of *Psidium hians* Mart. ex DC., as in our synopsis above.

### **Acknowledgements**

The Darwin Project 16-004 "Conservation of the Cerrados of Eastern Bolivia" financed field work in Bolivia and Daniel Villarroel's studies in Brazil (partly). Daniel Villarroel Segarra thanks CAPES/Universidade de Brasília for an M. Sc. Grant. The authors thank John Wood for help with translation and the revision and assembling of the manuscript.

### **References**

- Berg, O. C. 1857. Myrtaceae. In C. F. P. von Martius. Flora Brasiliensis 14(1): 1 - 468.
- Candolle, A. P. de. 1828 Prodrômus Systematis Naturalis Vol 3. Paris, Trettel & Würtz.

ANEXO 5. Villarroel et al. (Formato do Kew Bulletin)

Foster, R.C. 1958. A Catalogue of the Ferns and Flowering Plants of Bolivia. Contrib. Gray Herb. (Harvard University): 184: 1 – 223.

IUCN. 2001. IUCN Red List Categories - Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Killeen, T. J. & E. García & S.G. Beck (eds.). 1993. *Guía de Árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia, La Paz & Missouri Botanical Garden.

----- & 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.

Landrum, L. R. 1986. *Campomanesia, Pimenta, Blepharocalyx, Legrandia, Acca, Myrrhinium*, and *Luma* (Myrtaceae). *Flora Neotropica Monograph* 45:1-178.

Landrum, L. R. 2003. A revision of the *Psidium salutare* complex (Myrtaceae). *Sida* 20: 1449–1469.

Mendonça, R. C., J. M. Felfili, B. M. T. Walter, M. C. da-Silva-Júnior, A. V. Rezende, T. d. S. Filgueiras, P. E. Nogueira & C. W. Fagg. 2008. *Flora vascular do Bioma Cerrado: Checklist com 12.356 espécies*. Pp. 422-1279 in S. M. Sano, S. P. de-Almeida & J. F. Ribeiro (editors), *Cerrado: Ecologia e Flora*. EMBRAPA - Informação Tecnológica, Brasília, DF.

Wood, J.R.I (ed.). 2011a . *Guía DARWIN de las plantas de los cerrados de la Chiquitania*. Museo de Historia Natural Noel Kempff - Darwin Initiative, Santa Cruz.

----- . 2011b. The Lost World of Sir Arthur Conan Doyle. *Oxford Plant Systematics* 17: 15.



Figure 1. *Psidium rubellum* Proenca & D. Villarroel. A) habit; B) flowers; C) habit and flowers.

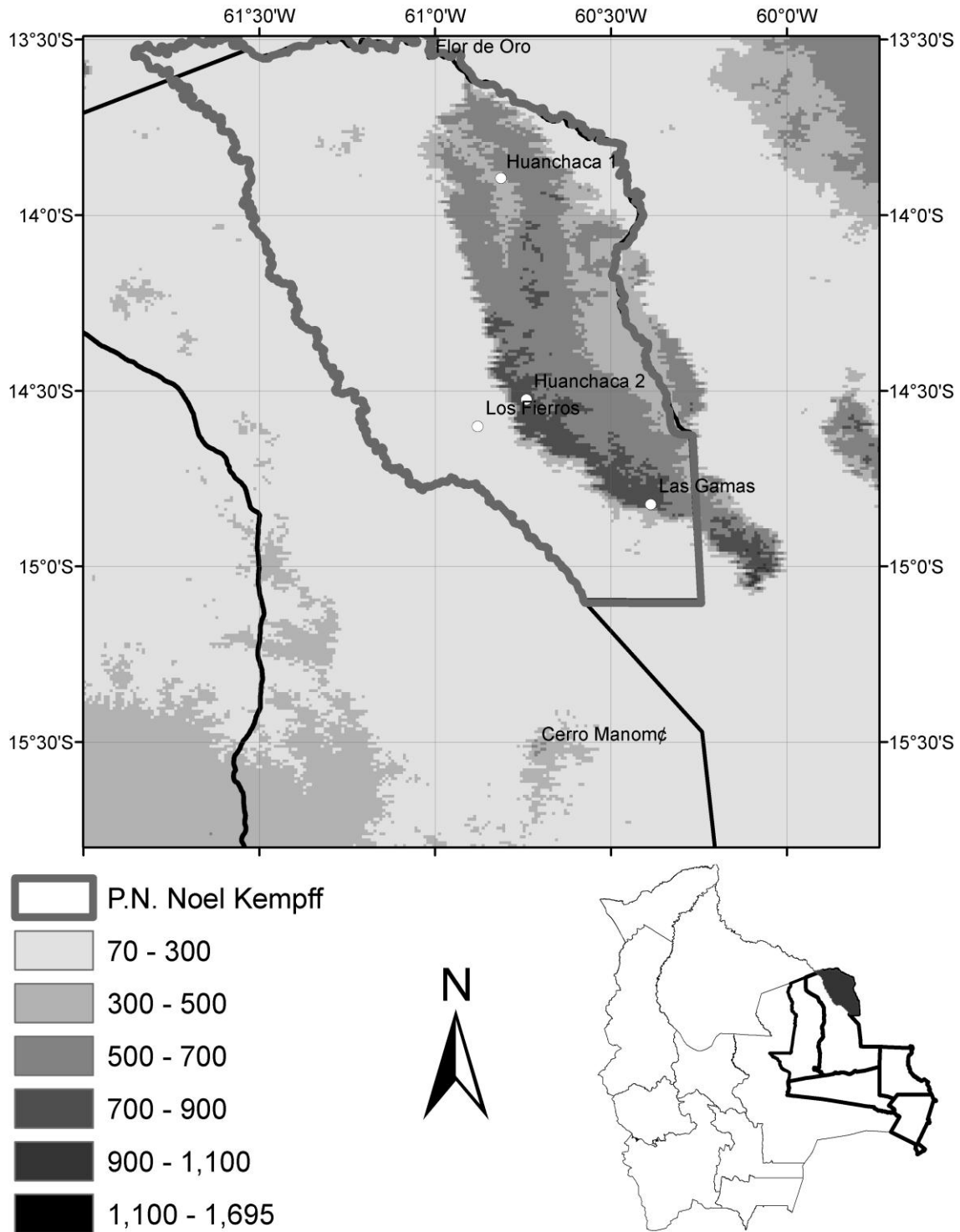


Figure 2. Distribution of *Psidium rubellum* Proenca & D. Villarroel in the Bolivia.



Figure 3. *Psidium hians* Mart. ex DC. A) habitat; B) Flowers; C) Fruit.