



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - CCB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE FUNGOS,  
ALGAS E PLANTAS

PATRICIA PADILHA

**EVOLUÇÃO DE NICHOS CLIMÁTICOS NO GÊNERO *VELLOZIA* VAND.  
(VELLOZIACEAE – PANDANALES)**

FLORIANÓPOLIS

2019

Patricia Padilha

**Evolução de nicho climático no gênero *Vellozia* Vand.  
(Velloziaceae – Pandanales)**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Biologia de Fungos, Algas e Plantas.

Orientadora: Prof. Dra. Suzana de Fátima Alcantara

Florianópolis

2019

### Ficha de identificação da obra

Padilha, Patricia

Evolução de nicho climático no gênero *Vellozia* Vand. (Velloziaceae - Pandanales) / Patricia Padilha ; orientadora, Suzana de Fátima Alcantara Alcantara, 2019.

82 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós Graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Biologia de Fungos, Algas e Plantas. 2. Evolução de nicho climático. 3. Análises evolutivas. 4. Modelagem de nicho. 5. Campo Rupestre. I. Alcantara, Suzana de Fátima Alcantara. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas. IV. Título.

Patricia Padilha

**Evolução de nicho climático no gênero *Vellozia* Vand. (Velloziaceae – Pandanales)**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof<sup>a</sup>. Vanessa Grazielle Staggemeier, Dra.  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Guilherme Gerhardt Mazzochini, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Biologia de Fungos, Algas e Plantas.

---

Prof. Dr. Pedro Fiaschi  
Coordenador do Programa

---

Prof. Dra. Suzana de Fátima Alcantara  
Orientadora

Florianópolis, 09 de julho de 2019.





Este trabalho é dedicado a todos que fazem o mundo mais verde  
(ou roxo).

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente aos meus pais, que mesmo sem muito estudo, me ensinaram o amor e respeito pela natureza. Ao meu pai, Benjamim, quero agradecer pelas caminhadas na mata, onde ele sempre mostrou imenso conhecimento sobre as plantas e animais. À minha mãe, Valdeci, quero agradecer pelas horas passadas no jardim, cultivando além das plantas, a beleza e o amor. Aos meus irmãos, agradeço pelo incentivo, paciência e também aos puxões de orelha, especialmente a Vanessa que acompanhou de perto todo o período do mestrado e presenciou diversas horas de choro e lamentação. Ao meu cunhado Gileno, pelo financiamento de várias garrafas de vinho, as quais mantiveram a minha sanidade mental nos últimos dois anos. Ao meu namorado João Pedro, que mesmo a distância, foi um alicerce, me apoiando e orientando em todos os momentos. À minha orientadora Suzana, por me proporcionar crescimento e me introduzir ao mundo da pesquisa. Ao Renato Mello-Silva por identificar e complementar o banco de dados. Ao Isaac, que foi uma mão na roda nos momentos em que a tecnologia se voltava contra mim. À Fernanda que foi um anjo, me auxiliando nos aspectos ecológicos do trabalho. A CAPES por possibilitar a dedicação exclusiva ao mestrado.

Quero deixar aqui o meu agradecimento a todos os colegas de laboratório que tornam esse período do mestrado extremamente especial, lembrarei com muito carinho dos nossos momentos.

Obrigada a todos.

Estabelecer-se como cientista leva um tempo terrivelmente longo. A parte mais arriscada é aprender o que é ser um verdadeiro cientista e, em seguida dar os primeiros e vacilantes passos por esse caminho, que se tornará uma estrada, que se tornará uma rodovia e que talvez um dia levará você para casa.

(Hope Jahren – Livro “Lab Girl”, 2017)

## RESUMO

O campo rupestre é uma vegetação de áreas de montanha no Brasil rica em espécies, o que o torna particularmente sensível às mudanças climáticas atuais. *Vellozia* Vand. (Velloziaceae) é um dos gêneros mais representativos dos campos rupestres. Nesse sentido, as preferências climáticas das espécies podem oferecer informações sobre os processos que geram a diversidade na linhagem de *Vellozia*, e como sobre elas reagiram às mudanças climáticas ao longo do tempo. Para entender mais sobre a história evolutiva das espécies, usamos ferramentas vindas dos avanços das pesquisas nas técnicas de biologia molecular, utilizadas para a reconstrução de filogenias, e a disponibilidade de bancos de dados de ocorrência e de variáveis climáticas para a modelagem de distribuição de espécies, e análises evolutivas. O objetivo é entender as exigências ambientais das espécies viventes e compreender a evolução do nicho climático no gênero, e testar se há indícios de radiação climática no gênero. Os resultados mostraram que os nichos climáticos de *Vellozia* podem ser bastante lábeis, não são nichos conservados.

**Palavras-chave:** Radiação climática. Plantas ressurgentes. SDM.

## ABSTRACT

The *campo rupestre* is a vegetation of mountain areas in Brazil, which makes it particularly sensitive to the current climate changes. *Vellozia* Vand. (Velloziaceae) is one the most representative genus of the campos rupestres. In this sense, species climate preferences can provide information on the processes that generate diversity in the *Vellozia* lineage, and how they have responded to climate change over time. In order to understand more about the evolutionary history of the species, I used tools from advances molecular biology techniques used for the reconstruction of phylogenies, and the availability of databases of occurrence and climatic variables for modeling species distribution, and evolutionary analyzes. The aim is to understand the environmental requirements of living species and to understand the evolution of the climatic niche in the genus, and to test for evidence of climatic radiation in the genus. The results showed that the climatic niches of *Vellozia* can be quite labile, they are not conserved niches.

**Keywords:** Climatic radiation. Resurgent plants. SDM.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa do Campo Rupestre.....	17
<b>Figura 2.</b> A - <i>Vellozia</i> sp. B – <i>Vellozia spiralis</i> L.B.Sm.....	18
<b>Figura 3.</b> Filogenia simplificada de <i>Vellozia</i> e identificação dos clados que apresentam 100% de probabilidade posterior na análise bayesiana.....	25
<b>Figura 4.</b> Mapa de pontos amostrados das espécies de <i>Vellozia</i> , identificados por clados. ....	26
<b>Figura 5.</b> Mapas (separados por clados) dos pontos amostrados de espécies do gênero <i>Vellozia</i> . ....	26
<b>Figura 6.</b> Perfil de ocupação de nicho das espécies amostradas do gênero <i>Vellozia</i> , separados por clados e um grado (clado 7 + <i>V. plicata</i> ), por variável ambiental modelada no MAXENT. ....	57
<b>Figura 7.</b> Reconstruções de nicho climático ancestral das espécies do gênero <i>Vellozia</i> , por variável ambiental.....	65

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Espécies e número de pontos geo-referenciados .....	22
<b>Tabela 2.</b> VIF entre as 19 variáveis climáticas obtidas no <i>WordClim 2</i> .....	30
<b>Tabela 3.</b> Testes de equivalência e similaridade de nicho. ....	35
<b>Tabela 4.</b> Resultados do teste de sinal filogenético de nicho entre as espécies por variável climática.....	64
<b>Tabela 5.</b> Valores de disparidade de nicho entre as espécies por variável climática.....	64

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
2.1	Objetivo Geral .....	21
2.2	Objetivos Específicos .....	21
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
3.1	BANCO DE DADOS .....	22
3.2	DISTRIBUIÇÃO E MODELAGEM DE NICHOS CLIMÁTICO .....	29
3.3	EQUIVALÊNCIA E SIMILARIDADE DE NICHOS ENTRE ESPÉCIES DE <i>VELLOZIA</i> .....	31
3.4	SOBREPOSIÇÃO E EVOLUÇÃO DO NICHOS CLIMÁTICO EM <i>VELLOZIA</i> .....	32
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
4.1	BANCO DE DADOS E DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES .....	34
4.2	MODELAGEM DE NICHOS CLIMÁTICO .....	35
4.3	EQUIVALÊNCIA E SIMILARIDADE DE NICHOS .....	53
4.4	SOBREPOSIÇÃO E EVOLUÇÃO DE NICHOS CLIMÁTICO .....	54
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>68</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>72</b>
	<b>ANEXO A.....</b>	<b>80</b>



## 1 INTRODUÇÃO

As espécies de plantas e animais não estão distribuídas sobre a Terra de forma aleatória, sua distribuição traz diversas informações sobre sua história. As preferências climáticas das espécies podem oferecer informações sobre os processos que geram a diversidade de espécies em uma linhagem, sobre como elas reagiram às mudanças climáticas ao longo do tempo e como responderão às mudanças climáticas atuais (Martínez-Cabrera & Neto, 2013). Estudos sobre a especiação e a diversificação das linhagens, particularmente em relação ao clima, assumiram nova importância diante das mudanças climáticas antropogênicas (Evans et al., 2009; Jaramillo et al., 2006; Schneider et al., 2010; Orsburn & Edwards, 2015).

Para entender mais sobre a história evolutiva das espécies, podemos unir ferramentas vindas dos avanços das pesquisas das técnicas de biologia molecular, utilizadas para a reconstrução de filogenias, e a disponibilidade de bancos de dados cada vez mais abrangentes de variáveis climáticas, utilizadas para a modelagem de distribuição de espécies (Hijmans et al. 2005). As filogenias apresentam a relação de parentesco entre as espécies, e ao unir informações sobre a idade de fósseis a análises filogenéticas, possibilitam uma estimativa de tempo de divergência entre as linhagens. Já os modelos de distribuição de espécies podem fornecer informações sobre o clima e caracterizar as dimensões do nicho climático de uma espécie (Graham et al., 2004; Peterson et al., 2003; Soberón & Peterson, 2004).

O nicho ecológico de uma espécie, que é definido pelo conjunto de condições ambientais nas quais uma espécie pode crescer e persistir (Hutchinson, 1957), prevê que as faixas geográficas das espécies em grande escala são limitadas por um conjunto de fatores abióticos e bióticos e por limitações de dispersão (Peterson et al., 2011). Já o nicho climático (também chamado de nicho Grinnelliano), está contido dentro do conceito de nicho ecológico, e pode ser definido como o conjunto de condições climáticas em que uma espécie é capaz de sobreviver (Soberón, 2007). O uso de análises de modelagem na predição de nichos tem sido base de vários estudos de biogeografia, com variáveis estimadas sob diferentes cenários, tais quais como as mudanças climáticas globais do passado (Nogués-Bravo et al., 2010; Varela et al., 2010; Lorenzen et al., 2011; Ribeiro et al., 2012; Werneck et al., 2012). Também é possível fazer predições sobre a distribuição futura das espécies, levando em consideração os efeitos das mudanças climáticas no presente (Beaumont et al., 2008; Franklin, 2010; Nori et

al., 2011; Oliveira & Cassemiro, 2013). A aplicação desses modelos tem se expandido em estudos evolutivos, a partir da caracterização da evolução do nicho climático em diversas espécies animais e vegetais (Evans et al. 2009; García-Navas & Rodríguez-Rey, 2018).

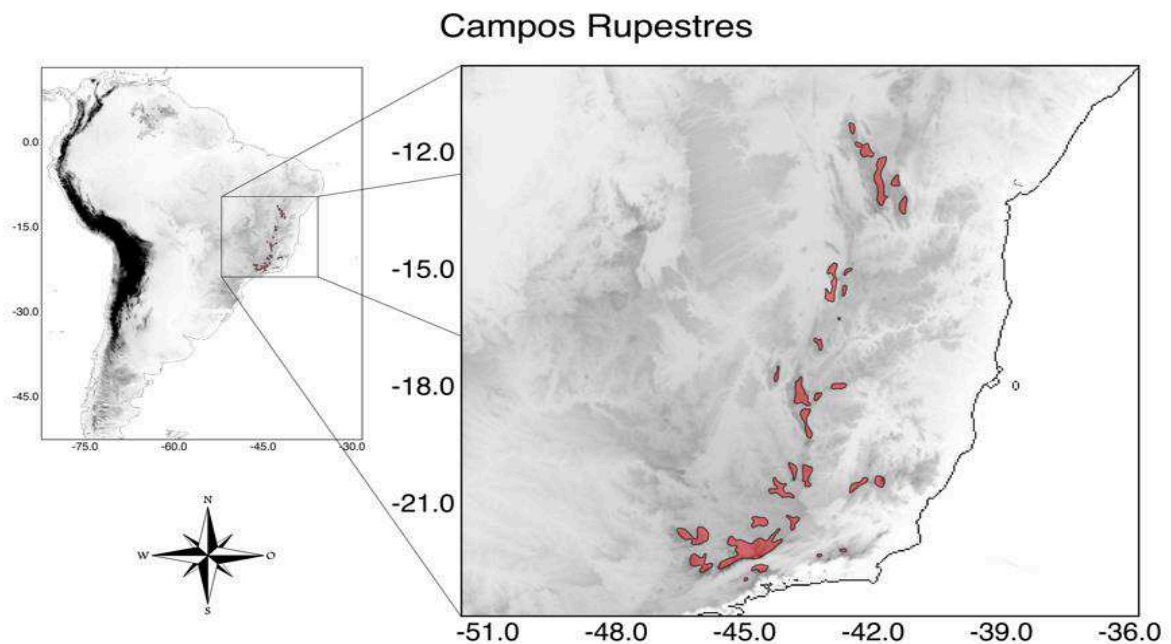
A premissa central da modelagem de nicho é que a distribuição observada de uma espécie fornece informações úteis quanto aos seus requisitos ambientais (Pearson & Dawson, 2003). Assim, investigar o potencial evolutivo e identificar como a distribuição das espécies foi e será afetada por mudanças climáticas faz-se importante para a compreensão dos padrões de biogeografia, riqueza de espécies, estrutura da comunidade e respostas às mudanças climáticas e também para discutir possíveis ações de conservação (Faith, 1992). Segundo Araújo et al (2013), as espécies cujas preferências climáticas estão próximas de seus limites térmicos máximos, provavelmente não tem os atributos necessário de tolerâncias fisiológicas capazes de sobreviver ao aumento da temperatura, sendo, portanto, previsivelmente mais afetadas pelo aquecimento global. A capacidade de evolução rápida das espécies diante a mudanças climáticas é determinada principalmente pelo quanto seu nicho climático é evolutivamente conservado, assim espécies com nicho climático fortemente conservado, tenderiam a falhar em se adaptar a mudanças climáticas rápidas (Martínez-Cabrera & Neto, 2013).

Um dos tipos vegetacionais brasileiros que pode ser particularmente afetado pelas mudanças climáticas atuais é o Campo Rupestre (Figura 1). O Campo Rupestre é um ecossistema associado a picos de montanhas a leste na América do Sul, conhecidos por sua riqueza de espécies (Forzza, 2010). Essa vegetação apresenta distribuição insular, com altitudes que variam de 700 a 2.000m (WWF, 2012), e é marcada por uma ampla variação de temperatura durante o dia e a noite, formando mosaicos de comunidades devido aos diferentes substratos, topografia e microclima, que refletem-se na estrutura das comunidades e na composição florística, agregando vários microambientes em espaços restritos (Conceição et al., 2007).

A descontinuidade destas cadeias montanhosas, as limitações ecológicas impostas pelos solos areno-quartzosos dos topos de serra e a grande heterogeneidade espacial parecem ser responsáveis pela enorme diversidade vegetal nesses ambientes (Rapini et al., 2008). Estima-se que aproximadamente 40% dos táxons ocorrentes nos campos rupestres são restritos a essa vegetação (Flora, 2020), refletindo altos níveis de riqueza e endemismos, especialmente na família Velloziaceae (Mello-Silva, 2008) e Eriocaulaceae (Trovó & Sano, 2010). Os Campos Rupestres tem sido objeto de estudos sobre sua formação florística devido

ao grande número de espécies endêmicas (Bitencourt, 2013; Alcantara et al. 2018). Aparentemente a diversificação de plantas no campo rupestre é excepcionalmente recente, em contraste com a antiga idade geológica da paisagem, sendo a maior parte dos eventos de especiação datada dos últimos 6 milhões de anos (Vasconcelos et al., in review).

Figura 1. Mapa do Campo Rupestre.



Fonte - Mapa elaborado com referência nos arquivos disponibilizados pelo WWF (2012).

No Campo Rupestre, um elemento vegetacional claramente visível e ecologicamente dominante é a família Velloziaceae (Conceição et al., 2007), particularmente as espécies do gênero *Vellozia* Vand. (1788). A família pertence à ordem Pandanales (monocotiledônea) e tem distribuição neotropical e paleotropical, sendo constituída por ca. de 250 espécies. Destas, aproximadamente 80% são endêmicas do Campo Rupestre (gêneros *Barbacenia* e *Vellozia*) (Giulietti et al., 2005, Mello-Silva, et al., 2011). O gênero *Barbaceniopsis* é endêmico dos Andes, contendo 4 espécies (Mello-Silva, et al., 2011). Cerca de 30 espécies ocorrem na África, com três em Madagascar e uma na Península Arábica (todas representantes do gênero *Xerophyta*), e uma espécie na China (*Acanthochlamys bracteata*) (Mello-Silva, 2005).

Figura 2. A - *Vellozia* sp. B – *Vellozia spiralis* L.B.Sm..



Fonte – Autoria própria.

O gênero *Vellozia* compreende 45% da família, com ca. de 130 espécies (Mello-Silva, 2015), a maioria conhecida popularmente como canelas-de-ema. São espécies arbustivas e arborescentes que podem apresentar até 6 metros de altura (ex.: *Vellozia gigantea*), concentradas principalmente nas formações litólicas na Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais (Mello-Silva & Montserrat, 2015). Também apresentam um número menor de espécies em serras na Bahia, Goiás e Mato Grosso, podendo ocorrer em regiões montanhosas e litorâneas dos estados de Rio de Janeiro e Espírito Santo, além do nordeste brasileiro (Mello-Silva & Montserrat, 2015). De acordo com Forzza et al. (2010), apenas duas espécies estão presentes em algumas serras da Bolívia, próximas à fronteira brasileira, e algumas espécies que ocorrem em lugares rochosos da Colômbia, Venezuela e Planalto das Guianas, chegando uma espécie ao Panamá (Mello-Silva, 1995). No ano de 2008, a maioria das espécies do gênero *Vellozia* foram classificadas como “Deficiente em Dados (DD)”, na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA - Ministério do Meio Ambiente, Instrução Normativa no. 6, 23 de setembro de 2008). Isso se deve, em grande parte, ao "pesadelo taxonômico" representado pelas espécies do gênero, além do fato que muitas espécies são conhecidas apenas por seus holótipos e as raras duplicatas em herbários (Alves, 2002). Além da alta taxa de endemismo, as espécies do gênero podem sofrer com a expansão imobiliária, mineração e a extração de areia (Miranda, 2012). O fato das flores serem extremamente chamativas faz com que sejam bastante coletadas, embora a correta identificação dos espécimes seja uma barreira à disponibilização de dados de ocorrência. Embora Velloziaceae tenha sido alvo de diversos estudos nos últimos anos, apenas

recentemente começamos a vislumbrar um consenso em seu entendimento taxonômico e filogenético (Mello-Silva et al., 2011; Mello-Silva & Montserrat, 2015; Alcantara et al., 2018). Assim, as limitações dos dados disponíveis e a perda de habitats tornam iminente a necessidade de estudos que possam esclarecer os fatores associados à distribuição das espécies do gênero (figura 4).

Além da urgência do levantamento de dados visando a conservação, outro aspecto relevante do grupo é que a família Velloziaceae é a linhagem de angiospermas que concentra a maior diversidade de espécies ressurgentes ou revivescentes (plantas que sobrevivem à redução sazonal da disponibilidade hídrica com mecanismos que possibilitam a tolerância a dessecação de seus tecidos vegetativos; Gaff, 1977; 1987; Alcantara et al., 2015). Isso faz com que a disponibilidade hídrica ao longo do ano, a sazonalidade de precipitação, temperatura e condições de solo, sejam cruciais para a distribuição das espécies, pelo menos em escala local (Oliveira et al., 2005; Alcantara et al., 2015). Segundo Alcantara et al. (2018), as taxas de diversificação estimadas com base no cronograma da família apontam para a ocorrência de radiação adaptativa especificamente dentro do gênero *Vellozia*, supostamente associada à perda da capacidade de dessecação, predominante na família como um todo.

Radiação adaptativa é a ocorrência de um rápido aumento no número de espécies a partir de um ancestral comum, caracterizado por um aumento simultâneo em diversidade ecológica e morfológica (Neige, 2015). Uma das hipóteses é que em *Vellozia* esse processo esteja associado à diversificação das estratégias de uso de água que ocorreu no final do Oligoceno, há cerca de 23 Ma (Alcantara et al., 2018), um período marcado por aquecimento global e expansão de áreas abertas dominadas por gramíneas do tipo C4 (Jaramillo et al., 2006). De acordo com a definição de radiação adaptativa, mudanças morfológicas devem ter evoluído no grupo durante as fases de diversificação explosiva, o que ainda é um enigma para o gênero. No entanto, conhecendo suas preferências climáticas, é possível investigar a ocorrência de uma possível diversificação ecológica associada ao clima, ou seja, uma radiação climática. Evidências de radiações climáticas já foram registradas em estudos anteriores, como no trabalho de Schneider et al. (2010), que encontrou três radiações rápidas e independentes no Plioceno (ou Pleistoceno mais antigo) em samambaias. Essas radiações foram apontadas pelos autores como desencadeadas pelas flutuações climáticas globais em Madagascar. Orgburn & Edwards (2015) examinaram a evolução climática e morfológica em

Montiaceae (Caryophyllales), uma linhagem vegetal ecologicamente variável distribuída principalmente ao longo das cadeias montanhosas das Américas ocidentais. Neste estudo, os resultados indicaram que a história de vida é altamente lábil e significativamente correlacionada com a temperatura.

Levando em consideração as características de grande variação ambiental dos campos rupestres e os indícios de radiação apontados pela filogenia de *Vellozia*, é extremamente importante entender as exigências ambientais das espécies viventes para compreender a evolução do nicho climático no gênero, e testar se há indícios de radiação nos eixos do nicho representados pelas condições climáticas.

## 2 OBJETIVOS

Neste estudo, compilei dados de distribuição de *Vellozia* a partir de informações de diversos herbários para realizar a modelagem de nicho climático das espécies amostradas na filogenia molecular disponível. As modelagens, em combinação com uma filogenia molecular e análises filogenéticas comparativas de sobreposição e evolução de nicho, permitem que avaliações históricas acerca da evolução do nicho climático neste grupo sejam realizadas para testar a hipótese de ocorrência de uma radiação climática na história evolutiva de *Vellozia*.

### 2.1 Objetivo Geral

Integrar informação climática associada à distribuição geográfica de 62 espécies do gênero *Vellozia* e suas relações filogenéticas para investigar a evolução do nicho climático no gênero, tanto ao longo do tempo quanto entre linhagens.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Compilar dados de distribuição de *Vellozia* e realizar a modelagem de nicho climático das espécies de *Vellozia*;
- Caracterizar as preferências climáticas e limites de ocorrência das espécies em relação ao clima;
- Comparar a sobreposição, equivalência e similaridade de nicho climático entres as espécies e testar o sinal filogenético dessas métricas;
- Reconstruir o padrão de evolução de nicho climático, a partir da inferência dos estados ancestrais dos perfis de ocupação dos nichos com base em uma filogenia datada.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 BANCO DE DADOS

O banco de dados foi compilado a partir de dados de ocorrência das espécies do gênero *Vellozia* disponíveis online no banco de dados do CRIA (<http://smlink.cria.org.br>). Também utilizei fotografias de espécimes do Herbário da Universidade de São Paulo (SPF) (até o ano de 2014), disponibilizadas pela orientadora deste trabalho (Suzana Alcantara), e fotografias da coleção do Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais Universidade Federal de Minas Gerais Instituto de Ciências Biológica (BHCB). Todos os dados foram revisados pela orientadora deste trabalho e pelo especialista na família Velloziaceae, Renato de Mello-Silva. Dentre as ca. de 122 espécies descritas atualmente para *Vellozia*, realizei o levantamento de dados para as espécies do gênero (Tabela 1) que foram previamente amostradas na primeira filogenia datada inferida para Velloziaceae (Alcantara et al. 2018). Das espécies listadas, não foram encontrados números de registros georeferenciados suficientes para realizar as análises em 15 espécies, restando assim 62 espécies para o estudo (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies e número de pontos geo-referenciados, avaliação dos modelos de distribuição e classificação das espécies por clados. Os valores apontados como NA correspondem as espécies que não entram nas análises por falta de dados.

Espécies	Pontos	AUC / SD	pValue	Clado
<i>V. abietina</i>	47	0.999/0.001	-	1
<i>V. alata</i>	5	-	0.9269241	2
<i>V. albiflora</i>	55	0.993/0.004	-	5
<i>V. albohexandra</i>	1	NA	NA	NA
<i>V. aloifolia</i>	15	0.994/0.006	-	3
<i>V. andina</i>	6	NA	NA	NA
<i>V. armata</i>	4	NA	NA	NA
<i>V. auriculata</i>	10	0.992/0.005	-	1
<i>V. barbata</i>	4	-	0.7165377	1
<i>V. brevifolia</i>	5	-	0.9130119	1
<i>V. breviscarpa</i>	9	-	0.9130119	1
<i>V. burlemarxii</i>	11	0.986/0.003	-	4
<i>V. caespitosa</i>	14	0.999/0.001	-	3
<i>V. candida</i>	30	0.985/0.019	-	5



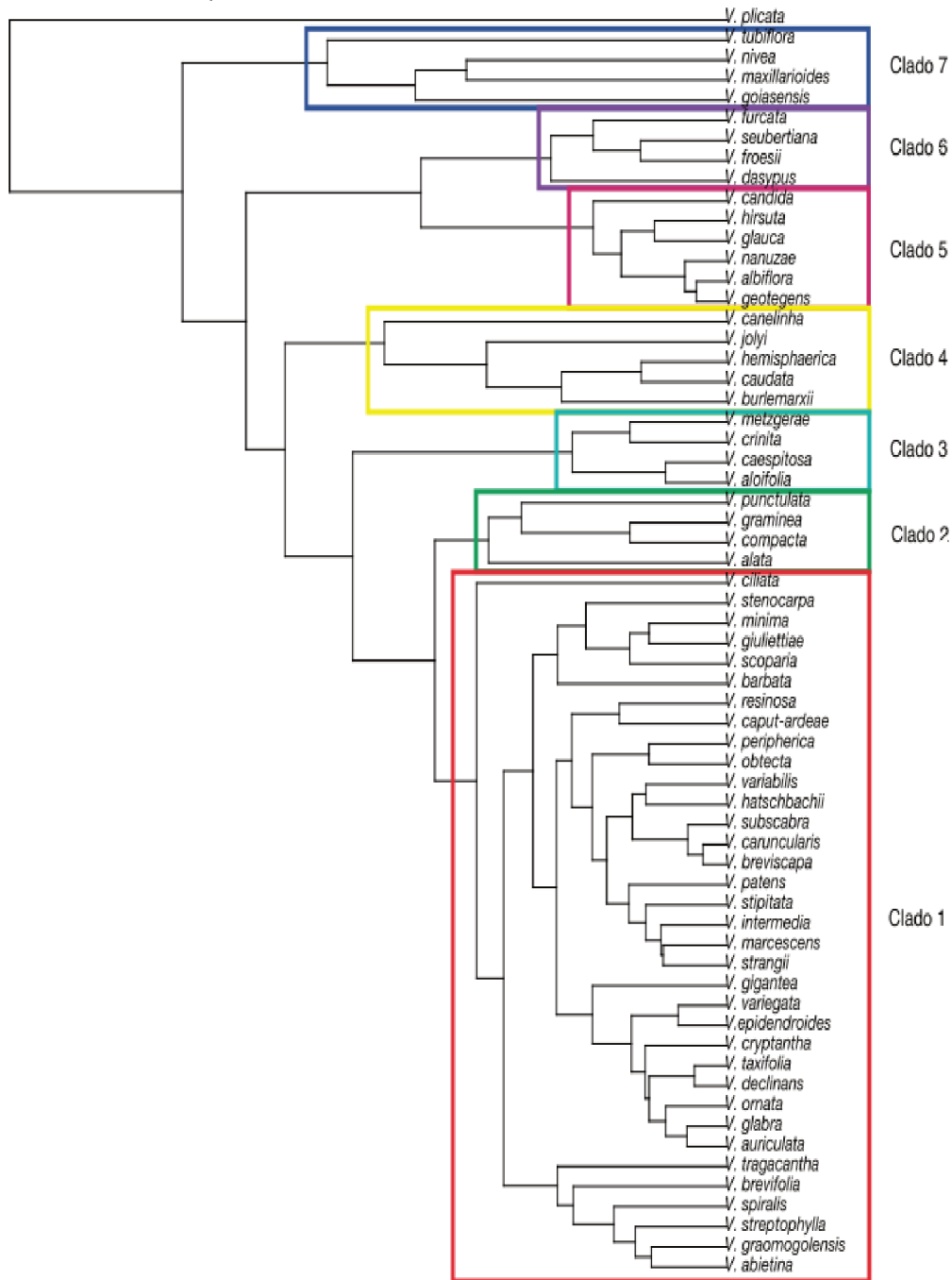
<i>V. canelinha</i>	8	-	0.7736478	4
<i>V. caput-ardeae</i>	10	0.994/0.014	-	1
<i>V. caruncularis</i>	63	0.985/0.025	-	1
<i>V. caudata</i>	49	0.999/0.001	-	4
<i>V. ciliata</i>	16	0.985/0.013	-	1
<i>V. cipoensis</i>	3	NA	NA	NA
<i>V. compacta</i>	51	0.997/0.001	-	2
<i>V. crinita</i>	5	-	0.8700345	3
<i>V. cryptantha</i>	6	-	0.5331062	1
<i>V. dasypus</i>	156	0.993/0.003	-	6
<i>V. declinans</i>	17	0.996/0.005	-	1
<i>V. epidendroides</i>	35	0.997/0.003	-	1
<i>V. exilis</i>	6	NA	NA	NA
<i>V. froesii</i>	69	0.991/0.017	-	6
<i>V. furcata</i>	69	0.979/0.044	-	6
<i>V. geotegens</i>	17	0.994/0.015	-	5
<i>V. gigantea</i>	15	0.991/0.023	-	1
<i>V. giuliettiae</i>	9	-	0.6648179	1
<i>V. glabra</i>	18	0.998/0.001	-	1
<i>V. glauca</i>	44	0.942/0.081	-	5
<i>V. goiasensis</i>	5	-	0.7067593	7
<i>V. graminea</i>	30	0.998/0.002	-	2
<i>V. grao-mogolensis</i>	9	-	0.9732271	1
<i>V. hatschbachii</i>	9	-	0.8956227	1
<i>V. hemisphaerica</i>	35	0.997/0.003	-	4
<i>V. hirsuta</i>	32	0.997/0.002	-	5
<i>V. intermedia</i>	14	0.994/0.012	-	1
<i>V. jolyi</i>	54	0.999/0.001	-	4
<i>V. luteola</i>	8	NA	NA	NA
<i>V. marcescens</i>	15	0.996/0.004	-	1
<i>V. maxillarioides</i>	11	0.981/0.005	-	7
<i>V. metzgerae</i>	17	0.999/0.001	-	3
<i>V. minima</i>	28	0.996/0.007	-	1
<i>V. nanuzae</i>	14	0.997/0.002	-	5
<i>V. nivea</i>	24	0.997/0.003	-	7
<i>V. obtecta</i>	10	0.991/0.007	-	1
<i>V. ornata</i>	11	0.997/0.004	-	1

<i>V. patens</i>	26	0.999/0.001	-	1
<i>V. peripherica</i>	5	-	0.9005678	1
<i>V. plicata</i>	28	0.946/0.066	-	7
<i>V. prolifera</i>	3	NA	NA	NA
<i>V. punctulata</i>	87	0.977/0.050	-	2
<i>V. religiosa</i>	1	NA	NA	NA
<i>V. resinosa</i>	16	0.992/0.020	-	1
<i>V. sellowii</i>	3	NA	NA	7
<i>V. semirii</i>	0	NA	NA	NA
<i>V. sessilis</i>	3	NA	NA	NA
<i>V. seubertiana</i>	5	-	0.781554	6
<i>V. spiralis</i>	11	0.996/0.001	-	1
<i>V. stenocarpa</i>	16	0.974/0.027	-	1
<i>V. stipitata</i>	13	0.968/0.089	-	1
<i>V. strangii</i>	15	0.999/0.000	-	1
<i>V. streptophylla</i>	8	-	0.6879437	1
<i>V. subscabra</i>	29	0.987/0.022	-	1
<i>V. taxifolia</i>	14	0.995/0.009	-	1
<i>V. tilandsioides</i>	5	NA	NA	NA
<i>V. tragacantha</i>	12	0.998/0.001	-	1
<i>V. tubiflora</i>	100	0.950/0.001	-	7
<i>V. variabilis</i>	95	0.969/0.026	-	1
<i>V. variegata</i>	46	0.982/0.028	-	1
<b>Total</b>	<b>1751</b>			

As coordenadas geográficas dos espécimes foram convertidas para graus decimais pelo conversor online do *speciesLink* e plotadas uma a uma no *GoogleEarth*, conferindo se as informações do local de coleta das fichas das exsicatas coincidiam com as coordenadas plotadas. Como as espécies do gênero em sua maioria ocorrem em regiões de afloramentos rochosos, a observação por imagem de satélite fornece informações importantes sobre coordenadas com possíveis erros. Ocorrências consideradas duvidosas e incorretas, assim como centro de municípios e áreas urbanas foram marcadas como coordenadas suspeitas no banco de dados e excluídas das análises. Após a construção do banco de dados, plotei os pontos de ocorrências amostradas das espécies do gênero, com as espécies agrupadas nos sete clados suportados pela filogenia molecular do grupo por Alcantara et al. (2018) (Figura 4), para facilitar a visualização. Todos os sete clados considerados neste estudo obtiveram probabilidades posteriores de 1,0 nas análises filogenéticas bayesianas realizadas por

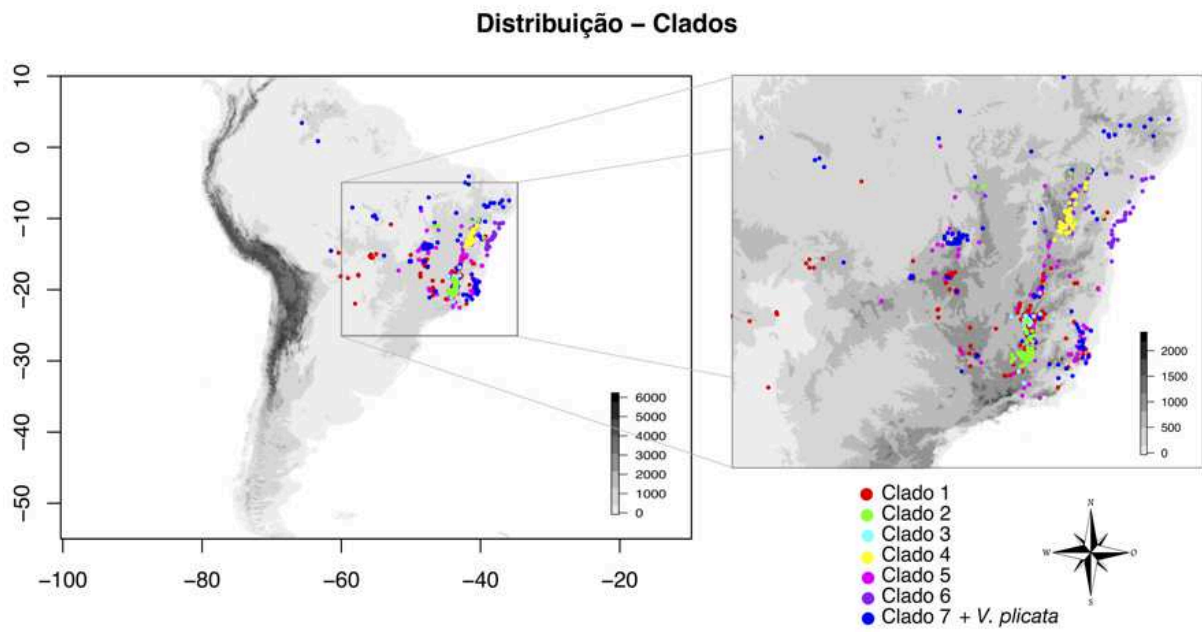
Alcantara et al. (2018). A espécie *Vellozia plicata* (Mart.) L. B. Sm. & Ayensu, que pertence à primeira linhagem divergente dentro da família, foi plotada juntamente com o clado 7 (Figura 3).

Figura 3. Filogenia simplificada de *Vellozia* e identificação dos cladogramas que apresentam 100% de probabilidade posterior na análise bayesiana.



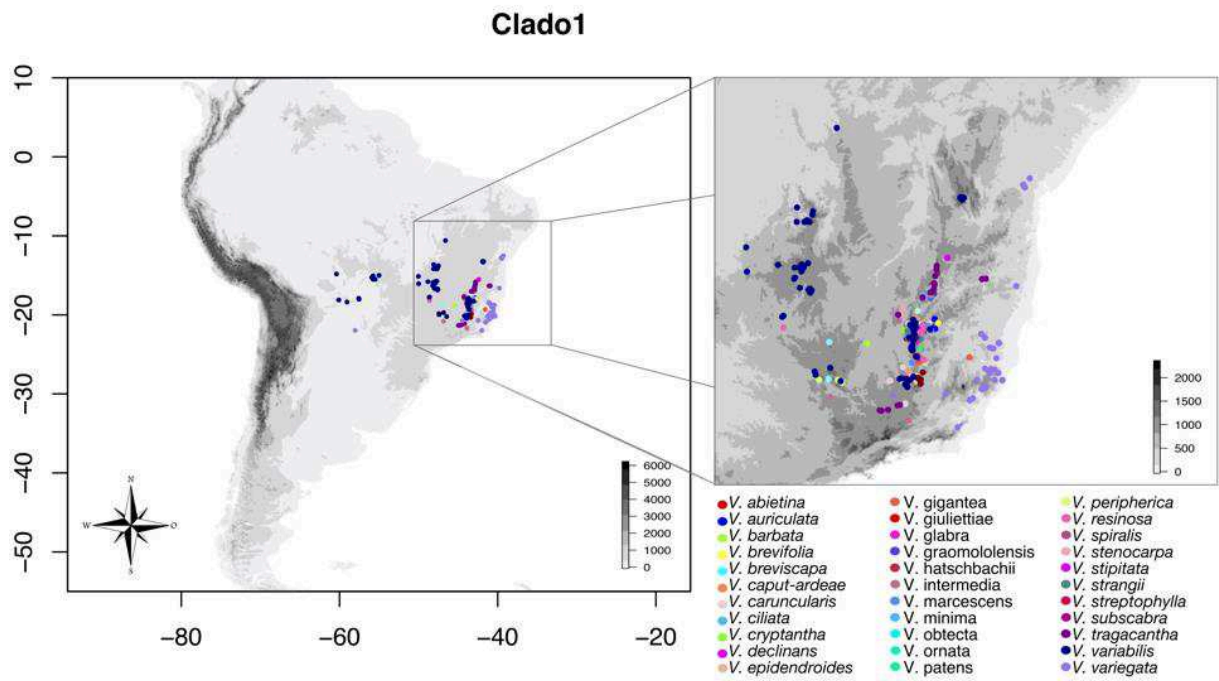
Fonte – Modificado de Alcantara et al. (2018).

Figura 4. Mapa de pontos amostrados das espécies de *Vellozia*, identificados por clados.

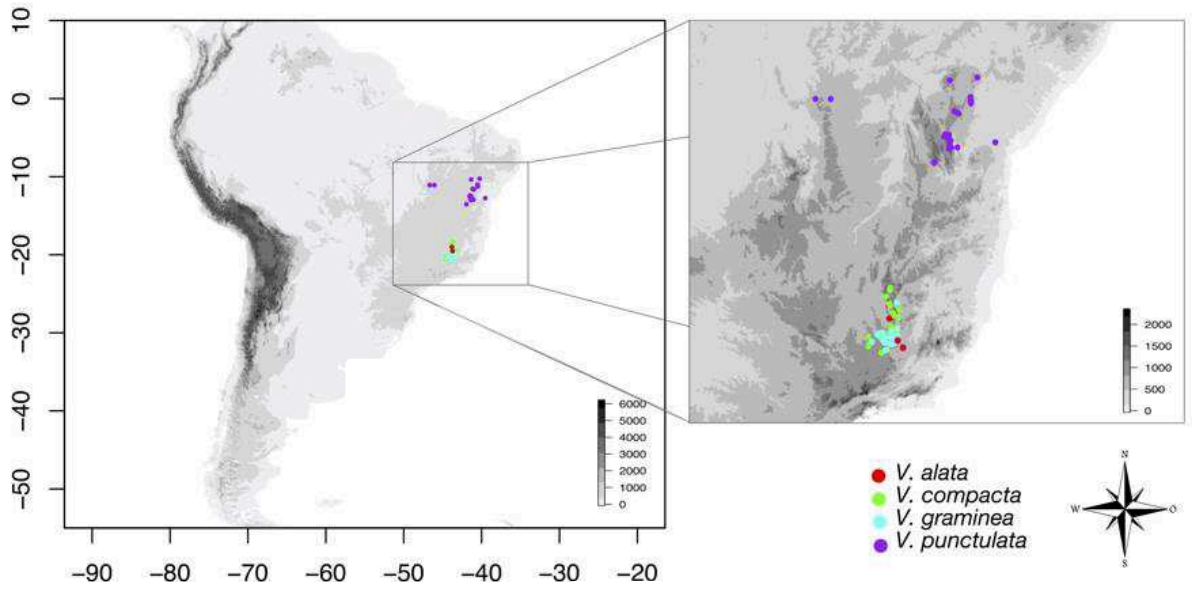


Fonte – Autoria própria.

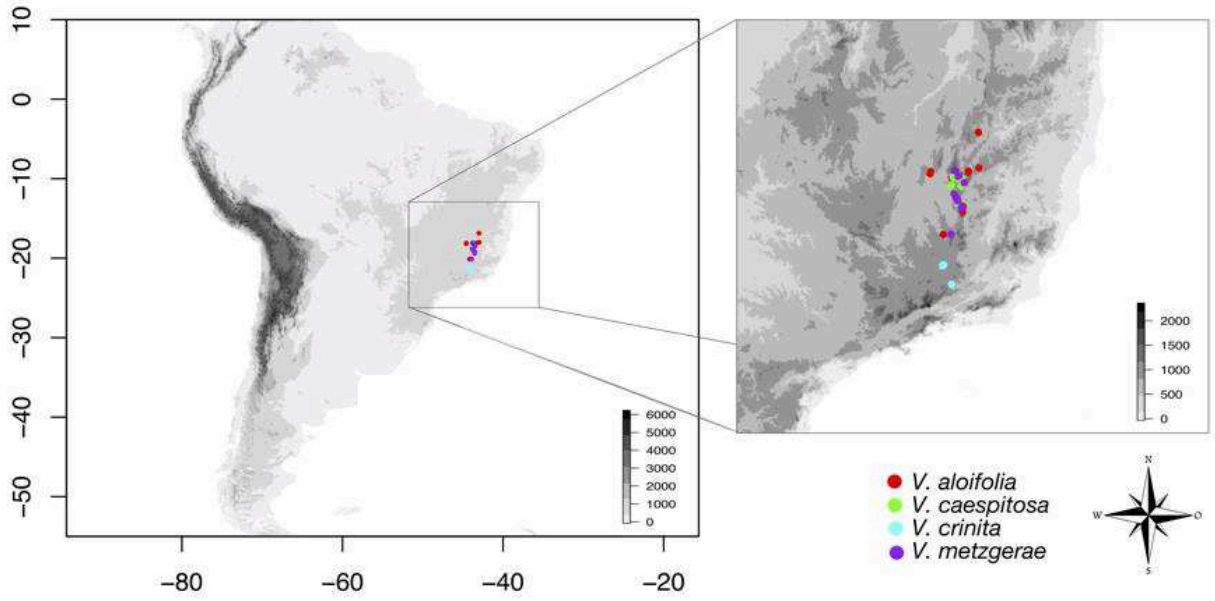
Figura 5. Mapas (separados por clados) dos pontos amostrados de espécies do gênero *Vellozia*.



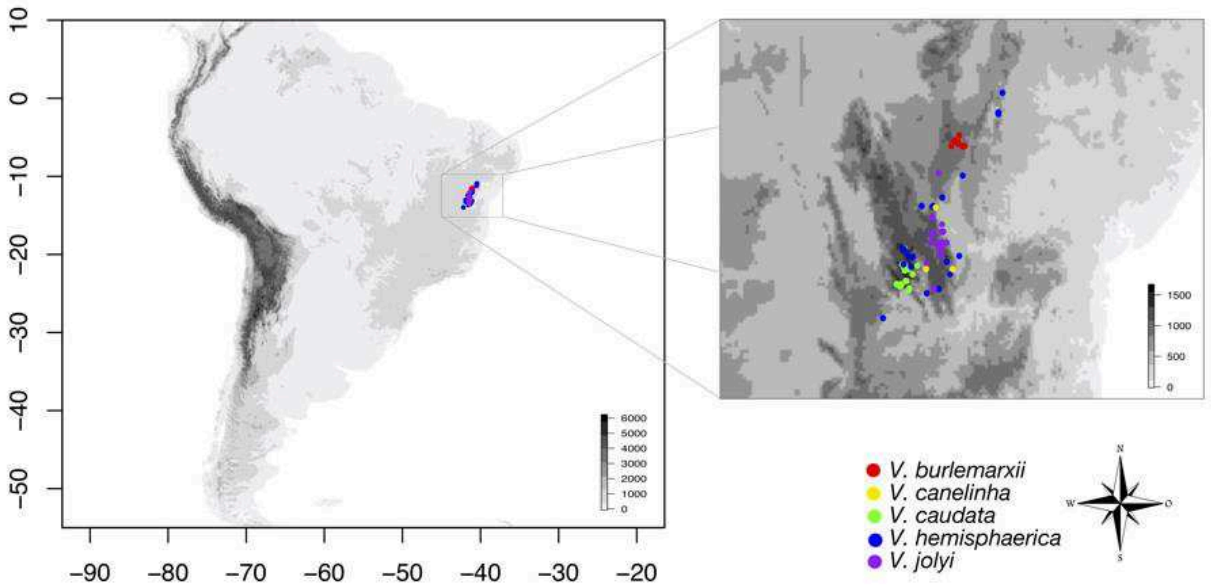
### Clado2



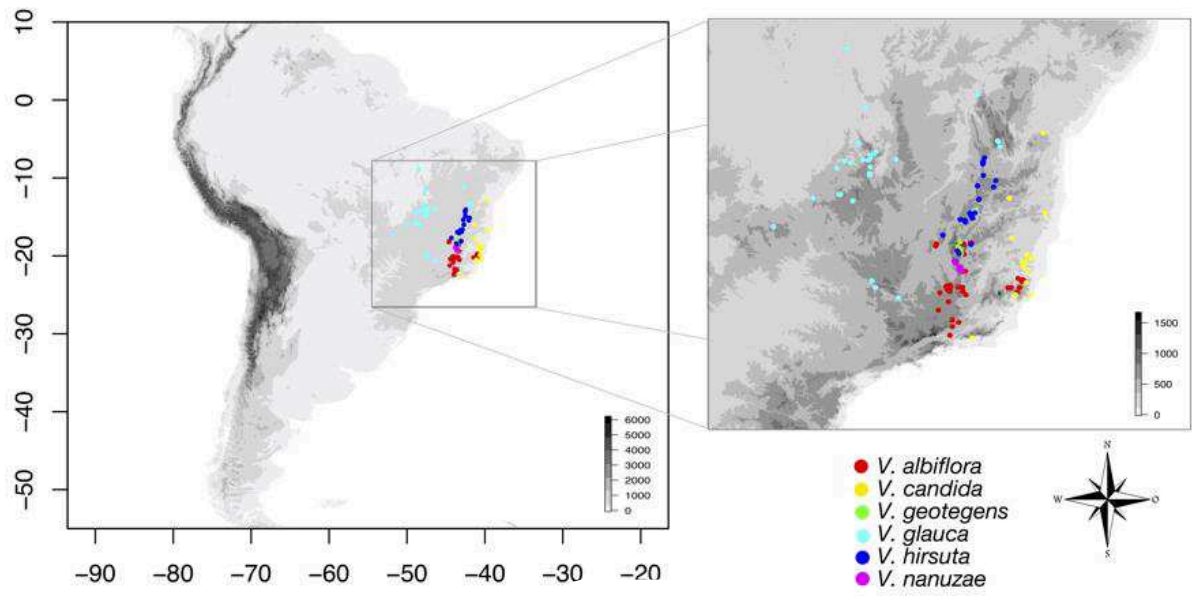
### Clado 3



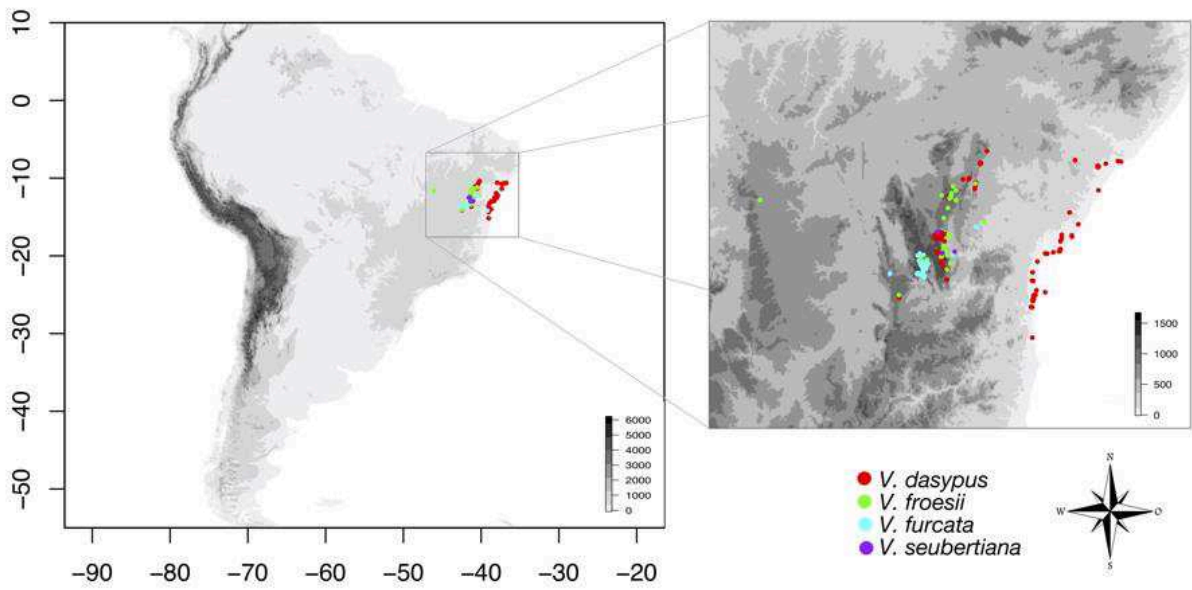
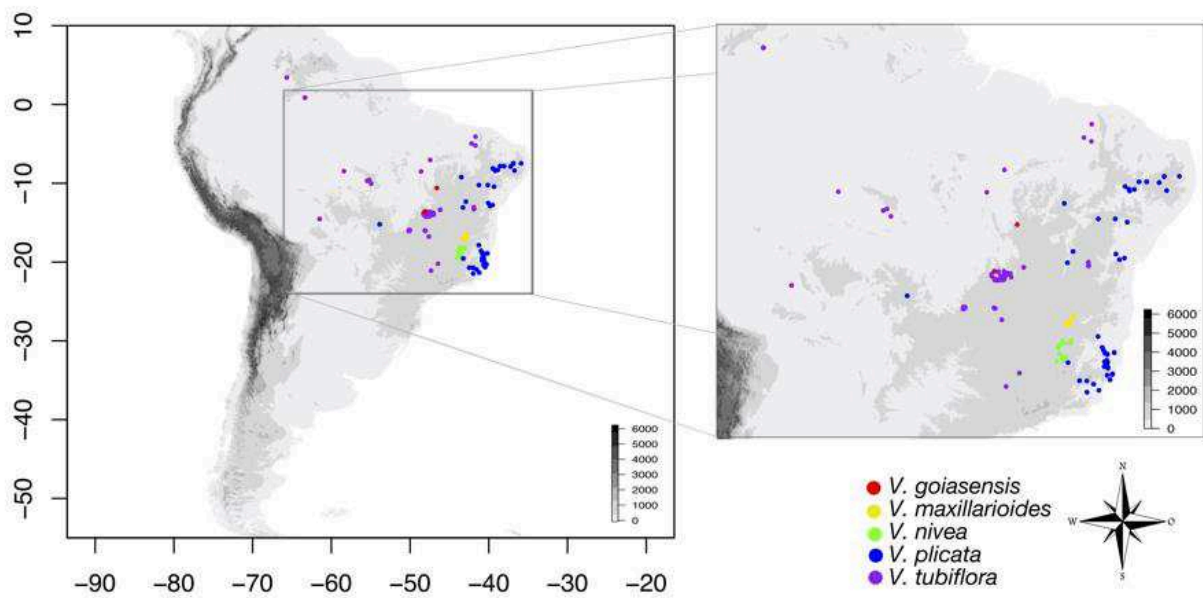
### Clado 4



## Clado 5



## Clado 6

Clado 7 + *V. plicata*

### 3.2 DISTRIBUIÇÃO E MODELAGEM DE NICHOS CLIMÁTICO

Nas análises de modelagem de nicho, utilizei as 19 variáveis climáticas disponíveis no *WorldClim 2* (<http://www.worldclim.org>). Para produzir um conjunto reduzido de dimensões independentes para modelagem, utilizei a análise fatorial pela função “vifstep” (Variance Inflation Factors) do pacote *usdm* (Naimi, 2015) no programa R (R Development Core Team, 2017) (Tabela 2).

Das 19 variáveis climáticas, 10 apresentaram valor de VIF acima de 10 e foram excluídas das análises como recomendado por Zuur et al. (2010) (bio1 – Temperatura média anual, bio4 – Temperatura sazonal, bio5 – Temperatura máxima no mês mais quente, bio6 – Temperatura mínima no mês mais frio, bio7 – Taxa de temperatura anual, bio10 – Temperatura média no trimestre mais quente, bio11 – Temperatura média no trimestre mais frio, bio12 – Precipitação anual, bio16 – Precipitação no trimestre mais úmido e bio17 – Precipitação no trimestre mais seco). As 9 variáveis utilizadas foram: bio2 – Média diurna, bio3 – Isothermalidade, bio8 – Temperatura média no trimestre mais úmido, bio9 – Temperatura média no trimestre mais seco, bio13 – Precipitação no mês mais úmido, bio14 – Precipitação no mês mais seco, bio15 – Precipitação sazonal, bio18 – Precipitação no trimestre mais quente e bio19 – Precipitação no trimestre mais frio. A resolução das camadas utilizada foi 5 km<sup>2</sup> ou 2.5 min (Fick & Hijmans, 2017), sendo utilizado apenas a área correspondente ao continente sul americano.



Tabela 2. VIF entre as 19 variáveis climáticas obtidas no *WordClim 2*, realizada para seleção das variáveis utilizadas para modelagem de nicho.

<b>VIFs das variáveis escolhidas</b>	
<b>Variáveis</b>	<b>VIF</b>
Precipitação do trimestre mais úmido	5.444275
Precipitação do mês mais seco	4.316977
Precipitação Sazonal	2.490485
Precipitação do trimestre mais quente	3.328877
Precipitação do trimestre mais frio	3.875009
Variação média da temperatura diurna	2.089428
Isotermalidade	2.564474
Temperatura média do trimestre mais úmido	2.898951
Temperatura média do trimestre mais seco	5.315349

VIF\* Variance Inflation Factors

Nas análises de modelagem de nicho climático, utilizei o algoritmo de entropia máxima através do software MAXENT, versão 3.4.1 (Phillips et. al., 2004), com o máximo de 10000 pontos de background, em duas configurações diferentes, a primeira para as espécies com mais de 10 pontos amostrados, e a segunda para as espécies de 9 a 4 pontos. Para as espécies com mais de 10 registros, foi utilizado a configuração padrão do software, no modo *Crossvalidate*, com 10 partições. Deste modo, os dados são divididos aleatoriamente em blocos de tamanho igual e os modelos são criados deixando uma parte de fora por vez. Esse bloco que fica de fora serve para testar e validar o modelo. O desempenho dos modelos foi analisado segundo a medida de acurácia do modelo (*AUC - Area Under the Curve*), gerada pelo próprio algoritmo. Como não havia dados de ausência amostrados disponíveis, essas pontuações da *AUC* representam a capacidade do modelo de distinguir os dados de presença dos dados de base, em vez de distinguir a presença da ausência (Phillips et al., 2006).

Muitas espécies apresentaram menos de 5 pontos de ocorrência georreferenciados. Devido ao número inferior a 10 pontos de ocorrência, a avaliação do desempenho preditivo perde a capacidade preditiva, sendo necessária uma abordagem diferente. Assim, a segunda abordagem foi utilizando a técnica *leave-one-out* (jackknife), proposta por Pearson et al (2007). Para isso, as configurações foram ajustadas também no modo *Crossvalidate*, mas utilizando como número de réplicas o número de registro de cada espécie e marcando a opção “*Minimum training presence*” nas configurações avançadas. Como o teste *AUC* perde a



disponibilidade devido a número de pontos, utilizei o teste binomial, proposto por Pearson et al (2007). O valor P foi então calculado para cada espécie através do conjunto de predições jackknife usando a função "pValuecompute" pelo pacote *gtools* (Warnes et al., 2018) implementado no software R (R Development Core Team, 2017).

### 3.3 EQUIVALÊNCIA E SIMILARIDADE DE NICHOS ENTRE ESPÉCIES DE *VELLOZIA*

Para quantificar e testar hipóteses de equivalência e similaridade entre os nichos climáticos ocupados pelas espécies do gênero *Vellozia*, utilizei as métricas D e I conforme propostas por Warren et al., 2008. Essas métricas quantificam a sobreposição entre duas distribuições de probabilidades, através de índices que vão de 0 (sem sobreposição) à 1 (nichos idênticos). A métrica *D* de Schoener enfoca o uso relativo de microhabitats em sua análise, já a métrica *I* de Hellinger (Van der Vaart 1998) não traz suposições biológicas, apenas como distribuições de probabilidade (Warren et al. 2008).

O teste de equivalência de nicho foi realizado pela função "niche.equivalency.test" também do pacote *phyloclim* (Heibl & Calenge, 2013). O teste verifica se a sobreposição de nicho é constante, testando a equivalência de nicho no sentido mais estrito (= "igualdade", Warren et al. 2008) e avaliando se as duas espécies são idênticas em seu nicho espacial. Isso é feito a partir de suas localizações exatas, comparando os valores de sobreposição de nicho de pares de espécies a uma distribuição nula de 100 repetições realocadas aleatoriamente. Se os valores observados de *D* e *I* estão dentro de 95% dos valores simulados, isso indica que a hipótese nula (H0) não pode ser rejeitada (Warren et al., 2008, Broennimann et al., 2012).

O teste de similaridade de nicho realizado pela função "niche.identity.test" também no pacote *phyloclim*, avalia se os nichos de qualquer par de espécies são mais diferentes do que o esperado por acaso, e se os modelos de distribuição de pares de espécies preveem as ocorrências conhecidas umas das outras melhor do que o esperado sob a hipótese nula de que elas não oferecem absolutamente nenhuma informação sobre a ocorrência de outra (Warren et al., 2008). Isso é feito a partir do teste da capacidade do modelo para a espécie X de prever espécies Y comparando o número de ocorrências de Y corretamente previstas de X e vice-

versa. Espera-se para espécies com nichos conservados que as espécies sejam semelhantes (equivalentes) e apresentem nichos similares.

### 3.4 SOBREPOSIÇÃO E EVOLUÇÃO DO NICHOS CLIMÁTICO EM *VELLOZIA*

Para definir as preferências de ocupação de nicho ao longo da distribuição ocupada por cada uma das espécies, utilizei o método desenvolvido por Evans et al. (2009). Essa análise integra a mapa de adequabilidade de habitat (distribuição de probabilidade) sobre o mapa climático para gerar um histograma da probabilidade relativa de ocupação de locais associados a um dado valor, ao longo de um eixo climático (Van der Vaart, 2000). A distribuição de probabilidade derivada dos modelos foi categorizada em 100 categorias uniformemente espaçadas, resultando em uma matriz de ocupação por variável ambiental, a qual podemos chamar de Perfil de Ocupação de Nicho (PNO - *Predicted niche occupancy profiles*) (Evans et al. 2009). Os PNOs das espécies foram comparados par a par, com a função “*niche.overlap*”, do pacote *phyloclim* (Heibl & Calenge, 2013). Para analisar o grau de sobreposição dos nichos modelados em relação a cada variável ambiental, calculei novamente as métricas *D* de Schoener e *I* de Hellinger (Warren et al., 2008), porém com base nas distribuições (histogramas) geradas para cada variável climática (PNOs) integradas. O índice de sobreposição indica quão semelhantes são as espécies comparadas em relação às variáveis, o que testei é se as espécies com maior relação de parentesco têm nichos mais sobrepostos, partindo do princípio de que as linhagens tendem possuírem nichos conservados. Por outro lado, uma relação negativa entre sobreposição de nicho e distância filogenética indicaria um padrão convergente de evolução, com espécies próximas apresentando nichos mais diferentes entre si do que ao de espécies de diferentes linhagens.

Para as análises filogenéticas comparativas, utilizei a árvore filogenética datada disponível para a família (Alcantara et al., 2018). Este cronograma representa a melhor amostragem filogenética da família até o momento, baseada em 158 espécies de Velloziaceae e 10 grupos-externos representativos da ordem Pandanales. Para este estudo, utilizei a árvore que sumariza a máxima credibilidade dos clados (Maximum clade credibility - MCC) a partir da exclusão ("*prunning*") das espécies que não pertencem ao gênero *Vellozia* e das espécies com poucos pontos de ocorrência, tomando o cuidado de manter inalterados os comprimentos de ramos e o posicionamento temporal dos nós. O procedimento de *prunning* foi feito com o pacote *geiger* (Harmon et al., 2007).

Para testar a hipótese de sinal filogenético na sobreposição de nicho entre as espécies, utilizei a função "*age range correlation*" (ARC) (Fitzpatrick & Turelli, 2006). Nesse teste, a hipótese nula de ausência de sinal filogenético na sobreposição de nicho é avaliada por permutação aleatória comparando a sobreposição de nicho (overlap) com o tempo calculado na filogenia datada (age), pelo teste de Mantel com 1.000 repetições, utilizando o pacote *phyloclim* (Heibl; Clement, 2013).

Para as análises de reconstrução de nicho ancestral, utilizei ainda um conjunto de 1.000 árvores amostradas a partir da distribuição posterior gerada pela análise bayesiana de estimativa de tempos de divergência (Alcantara et al. 2018). Dessa forma, as análises levaram em consideração a incerteza da reconstrução filogenética. Ambas abordagens (utilizando a árvore de MCC e o conjunto de 1.000 árvores da distribuição posterior) foram implementadas em uma função não-paramétrica para estimar as tolerâncias climáticas ancestrais propostas por Evans et al. (2009), no pacote *phyloclim*, chamada "*anc.clim*". A função "*anc.clim*" estima os valores de características ancestrais por amostragem do perfil de ocupação de nicho previsto em uma única dimensão do espaço ambiental (Heibl, 2014), repetindo por um número suficiente de vezes (por exemplo, 1000, como aplicado neste trabalho). O resultado é uma distribuição de estimativas de características ancestrais que se aproxima do PNO ancestral.

Realizei a análise de disparidade com o objetivo de quantificar se distribuição da disparidade (evolução) é maior entre os clados ou dentro do clados, medindo assim a hipótese de evolução de nicho (maior valor de disparidade entre clados) ou conservadorismo de nicho (maior valor de disparidade dentro do clado) (Evans et al. 2009).

A medida de disparidade evolutiva é definida como a média das diferenças quadráticas entre todos os terminais taxonômicos definidos por cada nó, e tem como objetivo avaliar o padrão de acúmulo de divergência no nicho ao longo do tempo. Para obter a disparidade por variável climática, simulei 1.000 estimativas aleatórias de disparidade (Harmon et al. 2015), realizada com o pacote *geiger*. Para essas análises, utilizei como base a reconstrução do nicho ancestral realizada para o conjunto de 1.000 árvores da distribuição posterior, resumida na árvore de MCC, para incorporar a incerteza da reconstrução filogenética. Os resultados são obtidos pelo índice MDI (*morphological disparity index*), que compara a disparidade observada com a esperada sob um modelo de evolução nula (Evans et al. 2009). Quando os

valores obtidos de MDI são menores que 0.5, podemos inferir que a disparidade tende a ser distribuída entre as espécies do mesmo clado (dentro do clado). Já quando os valores de MDI são maiores que 0.5, a disparidade tende a ser distribuída entre clados.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 BANCO DE DADOS E DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES

O banco de dados total somou 2159 pontos, após a revisão dos pontos, obtive 1703 espécimes georreferenciados para o gênero, com o valor mínimo de 5 pontos, para *Vellozia alata*, *V. barbata*, *V. brevifolia*, *V. crinita*, *V. goiasensis*, *V. peripherica* e *V. seubertiana*. O valor máximo de 156 pontos foi obtido para *V. dasypus*.

Nos mapas de pontos de ocorrências das espécies é possível observar a distribuição geográfica dos clados, assim como clados de maior distribuição (clado 7, 2 e 5), clados de distribuição mais restrita (clado 4, 3 e 2) e quais clados possuem espécies com ocorrência no litoral (clado 6, 7, 5 e 1) (Figura 5). O clado 1 tem o maior número de espécies dentre as amostradas, 34 no total, que ocupam regiões de altitudes elevadas e também ocorrências no litoral. O clado 2 apresenta a segunda maior distribuição dentre os pontos de ocorrência amostrados, com espécies em elevadas altitudes até espécies no litoral. Os clados 3 e 4 são os que possuem a distribuição mais restrita entre todos os clados, sendo o clado 3 restrito a região do Planalto de Diamantina, na porção central do Espinhaço Sul, e o clado 4 restrito à região central da Chapada Diamantina. O clado 5 inclui seis espécies, das quais *V. glauca* possui a distribuição mais ampla, seguida por *V. candida* com maior número de registros no Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia. Duas espécies no clado 5 possuem distribuição restrita, *V. geotegens* e *V. nanuzae* (ambas na Serra do Cipó em Minas Gerais). O clado 6 com quatro espécies com distribuição na Bahia, *V. dasypus* com distribuição mais ampla (e também a espécie com maior número de ocorrências amostradas) e *V. seubertiana* sendo a mais restrita do clado (Pai Inácio na Bahia). Com quatro espécies o clado 7 inclui *V. tubiflora* que é a espécie com maior distribuição entre as espécies amostradas. *V. plicata* é a terceira espécie com maior distribuição, apenas atrás de *V. tubiflora* e *V. variabilis*.

## 4.2 MODELAGEM DE NICHOS CLIMÁTICO

A distribuição modelada pelo algoritmo de maneira geral foi semelhante a distribuição amostral das espécies, gerando assim altos valores de AUC. Os valores de AUC para os modelos variaram de 0.942 a 0.999 e com o desvio padrão de 0.081 e 0.001, respectivamente, para as espécies com mais de 10 pontos. Os valores de p variaram de 0.5331 a 0.9732, para as espécies com poucos pontos de amostragem, caracterizando baixa capacidade de predição dos modelos de distribuição dessas espécies. As pontuações da AUC para todos os ENMs e os valores de p são fornecidos na Tabela 1.

Tabela 3. Testes de equivalência e similaridade de nicho. O valor significativo para equivalência indica que o par de espécies é ecologicamente diferente (\*,  $P \leq 0,05$  ou \*\*,  $P > 0,05$ ). No teste de similaridade (\*, representa valores antes ou depois do intervalo de confiança de 95%, ou \*\*, dentro do intervalo de confiança) considere a relação de similaridade entre espécie X predizendo espécie Y e Y predizendo X. Os valores de Na e Nb representam o número de amostra para a primeira e segunda espécies usadas nas comparações, respectivamente.

Pares de espécies	I a, Nb	I			D		
		Sobreposição	Identidade	Similaridade	Sobreposição	Identidade	Similaridade
<i>Clado 1</i>							
<i>abietina-auriculata</i>	47-9	0.590	0.666*	0.606*,**	0.301	0.378*	0.322*,**
<i>abietina-barbata</i>	47-4	0.525	0.739	0.750**,**	0.251	0.431	0.444**,**
<i>abietina-brevifolia</i>	47-5	0.640	0.600*	0.613*,**	0.348	0.327*	0.336*,**
<i>abietina-breviscapa</i>	47-9	0.852	0.782	0.803*,*	0.614	0.526	0.552*,*
<i>abietina-caput-ardeae</i>	47-10	0.796	0.900	0.886*,*	0.487	0.685	0.652*,*
<i>abietina-caruncularis</i>	47-63	0.809	0.854*	0.817*,*	0.509	0.563*	0.514*,*
<i>abietina-ciliata</i>	47-16	0.536	0.717*	0.673*,*	0.263	0.424*	0.381*,*
<i>abietina-cryptantha</i>	47-6	0.737	0.769	0.771*,*	0.408	0.455	0.458*,*
<i>abietina-declinans</i>	47-17	0.857	0.898	0.902*,*	0.572	0.648	0.668*,*
<i>abietina-epidendroides</i>	47-35	0.880	0.874*	0.903*,*	0.610	0.605*	0.664*,*
<i>abietina-gigantea</i>	47-15	0.824	0.862*	0.764*,*	0.548	0.585*	0.464*,*
<i>abietina-giulietiae</i>	47-9	0.828	0.802*	0.794*,*	0.536	0.520*	0.500*,*
<i>abietina-glabra</i>	47-18	0.940	0.950	0.912*,*	0.741	0.766	0.706*,*
<i>abietina-graomogolensis</i>	47-9	0.405	0.337*	0.331**,**	0.169	0.137*	0.134**,**
<i>abietina-hatschbachii</i>	47-9	0.608	0.589*	0.654*,*	0.306	0.300*	0.352*,*
<i>abietina-intermedia</i>	47-14	0.847	0.836*	0.809*,*	0.563	0.553*	0.534*,*
<i>abietina-marcescens</i>	47-15	0.546	0.510*	0.467*,*	0.263	0.238*	0.218*,*

<i>abietina-minima</i>	47-28	0.855	0.885*	0.886*,*	0.575	0.639*	0.645*,*
<i>abietina-obtecta</i>	47-10	0.513	0.681*	0.671*,*	0.252	0.381*	0.373*,*
<i>abietina-ornata</i>	47-11	0.762	0.771*	0.769*,*	0.457	0.476*	0.478*,*
<i>abietina-patens</i>	47-26	0.891	0.900*	0.914*,*	0.671	0.680*	0.741*,*
<i>abietina-peripherica</i>	47-5	0.501	0.504*	0.512*,*	0.243	0.246*	0.243*,*
<i>abietina-resinosa</i>	47-16	0.884	0.875	0.888*,*	0.618	0.611	0.637*,*
<i>abietina-spiralis</i>	47-11	0.404	0.366*	0.366**,*	0.165	0.145*	0.147**,**
<i>abietina-stenocarpa</i>	47-16	0.478	0.605*	0.623*,*	0.221	0.298*	0.318*,*
<i>abietina-stipitata</i>	47-13	0.664	0.736*	0.742*,*	0.356	0.445*	0.450*,*
<i>abietina-strangii</i>	47-15	0.912	0.913	0.904*,*	0.716	0.740	0.725*,*
<i>abietina-streptophylla</i>	47-8	0.833	0.847	0.702*,*	0.540	0.573	0.402*,*
<i>abietina-subscabra</i>	47-29	0.662	0.620*	0.669*,*	0.360	0.329*	0.386*,*
<i>abietina-taxifolia</i>	47-14	0.847	0.844	0.844*,*	0.571	0.587	0.599*,*
<i>abietina-tragacantha</i>	47-12	0.743	0.879*	0.855*,*	0.468	0.634*	0.608*,*
<i>abietina-variabilis</i>	47-95	0.544	0.541*	0.526**,**	0.274	0.283*	0.270**,**
<i>abietina-variegata</i>	47-46	0.225	0.159	0.206*,*	0.078	0.047*	0.070*,*
<i>auriculata-barbata</i>	9-4	0.919	0.939	0.933*,*	0.700	0.728	0.712*,*
<i>auriculata-brevifolia</i>	9-5	0.970	0.979	0.979*,*	0.819	0.842	0.844*,*
<i>auriculata-breviscapa</i>	9-9	0.621	0.588*	0.653**,*	0.339	0.293*	0.378**,**
<i>auriculata-caput-ardeae</i>	9-10	0.820	0.739*	0.742*,*	0.535	0.430*	0.432*,*
<i>auriculata-caruncularis</i>	9-63	0.660	0.623	0.632*,*	0.350	0.317	0.332*,*
<i>auriculata-ciliata</i>	9-16	0.964	0.561	0.547**,*	0.798	0.273	0.265**,**
<i>auriculata-cryptantha</i>	9-6	0.889	0.884	0.389*,*	0.630	0.621	0.635*,*
<i>auriculata-declinans</i>	9-17	0.784	0.749	0.437*,*	0.488	0.449	0.469*,*
<i>auriculata-epidendroides</i>	9-35	0.697	0.626	0.671*,*	0.378	0.320	0.358*,*
<i>auriculata-gigantea</i>	9-15	0.747	0.679*	0.631*,*	0.437	0.355*	0.307**,*
<i>auriculata-giulietiae</i>	9-9	0.694	0.718*	0.766*,*	0.401	0.422*	0.467*,*
<i>auriculata-glabra</i>	9-18	0.662	0.705*	0.644*,*	0.350	0.389*	0.336**,**
<i>auriculata-graomogolensis</i>	9-9	0.781	0.642*	0.681*,*	0.543	0.401*	0.433*,*
<i>auriculata-hatschbachii</i>	9-9	0.980	0.966*	0.977*,*	0.864	0.827	0.851*,*
<i>auriculata-intermedia</i>	9-14	0.852	0.834	0.819*,*	0.560	0.527*	0.509*,*
<i>auriculata-marcescens</i>	9-15	0.670	0.533*	0.537**,*	0.392	0.272	0.281**,*
<i>auriculata-minima</i>	9-28	0.680	0.700	0.679*,*	0.374	0.394	0.375*,*
<i>auriculata-obtecta</i>	9-10	0.894	0.607*	0.664*,*	0.659	0.330*	0.381*,*
<i>auriculata-ornata</i>	9-11	0.824	0.835	0.837*,*	0.551	0.590	0.581*,*
<i>auriculata-patens</i>	9-26	0.596	0.513*	0.538**,*	0.297	0.234*	0.239*,*
<i>auriculata-peripherica</i>	9-5	0.892	0.859*	0.345*,*	0.653	0.600*	0.581*,*
<i>auriculata-resinosa</i>	9-16	0.690	0.645*	0.683*,*	0.435	0.334*	0.363*,*
<i>auriculata-spiralis</i>	9-11	0.763	0.720*	0.715*,*	0.511	0.465	0.461*,*
<i>auriculata-stenocarpa</i>	9-16	0.876	0.634	0.670*,*	0.654	0.358	0.385*,*
<i>auriculata-stipitata</i>	9-13	0.961	0.835	0.816*,*	0.801	0.554	0.533*,*
<i>auriculata-strangii</i>	9-15	0.632	0.660*	0.644*,*	0.344	0.365*	0.352*,*

<i>auriculata-streptophylla</i>	9-8	0.709	0.698*	0.777*,*	0.411	0.391*	0.482*,*
<i>auriculata-subscabra</i>	9-29	0.660	0.634	0.578**,*	0.341	0.347	0.305**,*
<i>auriculata-taxifolia</i>	9-14	0.717	0.698*	0.708*,*	0.400	0.393*	0.387*,*
<i>auriculata-tragacantha</i>	9-12	0.813	0.648*	0.613**,*	0.537	0.320*	0.297**,*
<i>auriculata-variabilis</i>	9-95	0.683	0.581*	0.587*,*	0.420	0.335*	0.353*,*
<i>auriculata-variegata</i>	9-46	0.388	0.303*	0.295*,*	0.162	0.117*	0.112*,*
<i>barbata-brevifolia</i>	4-5	0.855	0.931	0.931*,*	0.598	0.715	0.725*,*
<i>barbata-breviscapa</i>	4-9	0.504	0.755	0.769*,*	0.251	0.448	0.445*,*
<i>barbata-caput-ardeae</i>	4-10	0.707	0.816	0.747*,*	0.415	0.503	0.421*,*
<i>barbata-caruncularis</i>	4-63	0.633	0.655	0.696*,*	0.316	0.342	0.391*,*
<i>barbata-ciliata</i>	4-16	0.945	0.525*	0.567*,*	0.762	0.269	0.309*,*
<i>barbata-cryptantha</i>	4-6	0.826	0.993	0.991*,*	0.543	0.905	0.892*,*
<i>barbata-declinans</i>	4-17	0.724	0.786	0.725*,*	0.418	0.472	0.398*,*
<i>barbata-epidendroides</i>	4-35	0.652	0.711	0.723*,*	0.331	0.377	0.384*,*
<i>barbata-gigantea</i>	4-15	0.604	0.653	0.707*,*	0.298	0.337	0.382*,*
<i>barbata-giulietiae</i>	4-9	0.585	0.840	0.893*,*	0.310	0.551	0.635*,*
<i>barbata-glabra</i>	4-18	0.583	0.775	0.746*,*	0.294	0.447	0.427*,*
<i>barbata-graomogolensis</i>	4-9	0.765	0.542*	0.545**,*	0.514	0.308*	0.324**,*
<i>barbata-hatschbachii</i>	4-9	0.938	0.948	0.948*,*	0.737	0.764	0.763*,*
<i>barbata-intermedia</i>	4-14	0.740	0.801	0.857*,*	0.436	0.486	0.566*,*
<i>barbata-marcescens</i>	4-15	0.657	0.498	0.509**,*	0.361	0.274	0.277**,*
<i>barbata-minima</i>	4-28	0.653	0.699	0.768*,*	0.347	0.372	0.443*,*
<i>barbata-obtecta</i>	4-10	0.918	0.598*	0.664*,*	0.716	0.323*	0.392*,*
<i>barbata-ornata</i>	4-11	0.761	0.891	0.851*,*	0.448	0.656	0.607*,*
<i>barbata-patens</i>	4-26	0.516	0.655	0.604*,*	0.242	0.332*	0.292*,*
<i>barbata-peripherica</i>	4-5	0.953	0.817*	0.802**,*	0.776	0.531*	0.516**,*
<i>barbata-resinosa</i>	4-16	0.691	0.790	0.756*,*	0.380	0.466	0.423*,*
<i>barbata-spiralis</i>	4-11	0.728	0.609	0.573**,**	0.466	0.362	0.335*,*
<i>barbata-stenocarpa</i>	4-16	0.912	0.617	0.592*,*	0.720	0.339	0.322*,*
<i>barbata-stipitata</i>	4-13	0.882	0.873	0.820*,*	0.632	0.638	0.564*,*
<i>barbata-strangii</i>	4-15	0.571	0.749	0.693*,*	0.290	0.428	0.387*,*
<i>barbata-streptophylla</i>	4-8	0.596	0.850	0.855*,*	0.316	0.565	0.580*,*
<i>barbata-subscabra</i>	4-29	0.620	0.539	0.558*,*	0.301	0.296	0.316*,*
<i>barbata-taxifolia</i>	4-14	0.627	0.690	0.698*,*	0.323	0.376	0.391*,*
<i>barbata-tragacantha</i>	4-12	0.660	0.703	0.612*,*	0.366	0.391	0.307**,*
<i>barbata-variabilis</i>	4-95	0.734	0.527*	0.540**,**	0.460	0.289*	0.303**,**
<i>barbata-variegata</i>	4-46	0.384	0.197*	0.194*,*	0.158	0.068*	0.067**,**
<i>brevifolia-breviscapa</i>	5-9	0.701	0.686*	0.679*,*	0.404	0.391*	0.377*,*
<i>brevifolia-caput-ardeae</i>	5-10	0.882	0.745	0.737*,*	0.614	0.453	0.439*,*
<i>brevifolia-caruncularis</i>	5-63	0.683	0.684	0.665*,*	0.374	0.376	0.361*,*

<i>brevifolia-ciliata</i>	5-16	0.905	0.556	0.589**,*	0.668	0.273	0.311**,*
<i>brevifolia-cryptantha</i>	5-6	0.914	0.890	0.888**,*	0.679	0.624	0.631**,*
<i>brevifolia-declinans</i>	5-17	0.804	0.785	0.687**,*	0.531	0.497	0.399**,*
<i>brevifolia-epidendroides</i>	5-35	0.730	0.651	0.648**,*	0.419	0.350	0.340**,*
<i>brevifolia-gigantea</i>	5-15	0.814	0.620	0.673**,*	0.502	0.303	0.343**,*
<i>brevifolia-giulietiae</i>	5-9	0.770	0.823*	0.782**,*	0.474	0.540*	0.494**,*
<i>brevifolia-glabra</i>	5-18	0.722	0.711*	0.681**,*	0.407	0.401	0.371**,*
<i>brevifolia-graomogolensis</i>	5-9	0.680	0.604*	0.610**,*	0.446	0.378*	0.374**,*
<i>brevifolia-hatschbachii</i>	5-9	0.939	0.940*	0.947**,*	0.741	0.747*	0.755**,*
<i>brevifolia-intermedia</i>	5-14	0.901	0.833	0.870**,*	0.639	0.536	0.587**,*
<i>brevifolia-marcescens</i>	5-15	0.589	0.479*	0.435**,*	0.346	0.257*	0.223**,*
<i>brevifolia-minima</i>	5-28	0.712	0.704	0.681**,*	0.408	0.404	0.377**,*
<i>brevifolia-obtecta</i>	5-10	0.875	0.671*	0.680**,*	0.625	0.390*	0.410**,*
<i>brevifolia-ornata</i>	5-11	0.800	0.795*	0.779**,*	0.529	0.542	0.518**,*
<i>brevifolia-patens</i>	5-26	0.664	0.625*	0.609**,*	0.355	0.314*	0.304**,*
<i>brevifolia-peripherica</i>	5-5	0.860	0.877*	0.833**,*	0.599	0.623*	0.556**,*
<i>brevifolia-resinosa</i>	5-16	0.776	0.700	0.669**,*	0.489	0.397	0.367**,*
<i>brevifolia-spiralis</i>	5-11	0.668	0.668*	0.594**,*	0.434	0.428	0.366**,*
<i>brevifolia-stenocarpa</i>	5-16	0.789	0.651	0.592**,*	0.539	0.372	0.325**,*
<i>brevifolia-stipitata</i>	5-13	0.979	0.842	0.792**,*	0.866	0.595	0.525**,*
<i>brevifolia-strangii</i>	5-15	0.669	0.637	0.370**,*	0.387	0.348	0.370**,*
<i>brevifolia-streptophylla</i>	5-8	0.776	0.742*	0.697**,*	0.473	0.438*	0.407**,*
<i>brevifolia-subscabra</i>	5-29	0.642	0.574	0.582**,*	0.344	0.289	0.301**,*
<i>brevifolia-taxifolia</i>	5-14	0.742	0.738	0.687**,*	0.436	0.436	0.381**,*
<i>brevifolia-tragacantha</i>	5-12	0.895	0.697*	0.724**,*	0.645	0.374*	0.406**,*
<i>brevifolia-variabilis</i>	5-95	0.645	0.566*	0.590**,*	0.396	0.327*	0.356**,*
<i>brevifolia-variegata</i>	5-46	0.373	0.253*	0.306**,*	0.164	0.099*	0.125**,*
<i>breviscapa-caput-ardeae</i>	9-10	0.915	0.817	0.826**,*	0.661	0.544	0.549**,*
<i>breviscapa-caruncularis</i>	9-63	0.589	0.563*	0.519**,*	0.313	0.298	0.269**,*
<i>breviscapa-ciliata</i>	9-16	0.547	0.493*	0.457**,*	0.288	0.255*	0.230**,*
<i>breviscapa-cryptantha</i>	9-6	0.808	0.811	0.807**,*	0.504	0.519	0.515**,*
<i>breviscapa-declinans</i>	9-17	0.763	0.814	0.701**,*	0.470	0.526	0.417**,*
<i>breviscapa-epidendroides</i>	9-35	0.707	0.645*	0.540**,*	0.421	0.377	0.287**,*
<i>breviscapa-gigantea</i>	9-15	0.742	0.664*	0.691**,*	0.434	0.355*	0.389**,*
<i>breviscapa-giulietiae</i>	9-9	0.969	0.944	0.939**,*	0.795	0.728*	0.716**,*
<i>breviscapa-glabra</i>	9-18	0.824	0.737*	0.759**,*	0.549	0.437*	0.478**,*
<i>breviscapa-graomogolensis</i>	9-9	0.391	0.349*	0.378**,*	0.181	0.157*	0.183**,*
<i>breviscapa-hatschbachii</i>	9-9	0.636	0.650*	0.649**,*	0.349	0.344*	0.346**,*
<i>breviscapa-intermedia</i>	9-14	0.800	0.703*	0.773**,*	0.499	0.390*	0.461**,*
<i>breviscapa-marcescens</i>	9-15	0.408	0.328*	0.372**,*	0.193	0.151*	0.174**,*
<i>breviscapa-minima</i>	9-28	0.704	0.713*	0.589**,*	0.428	0.432*	0.334**,*
<i>breviscapa-obtecta</i>	9-10	0.521	0.439*	0.514**,*	0.266	0.195*	0.236**,*



<i>breviscapa-ornata</i>	9-11	0.673	0.674*	0.674*,*	0.388	0.395*	0.390*,*
<i>breviscapa-patens</i>	9-26	0.772	0.766*	0.699*,*	0.505	0.498	0.444*,*
<i>breviscapa-peripherica</i>	9-5	0.493	0.491*	0.468*,*	0.246	0.241*	0.217*,*
<i>breviscapa-resinosa</i>	9-16	0.753	0.718*	0.659*,*	0.461	0.415	0.373*,*
<i>breviscapa-spiralis</i>	9-11	0.402	0.400*	0.397*,**	0.188	0.186*	0.185*,**
<i>breviscapa-stenocarpa</i>	9-16	0.479	0.414*	0.465*,*	0.236	0.188*	0.224*,*
<i>breviscapa-stipitata</i>	9-13	0.720	0.634*	0.627*,*	0.422	0.346*	0.341*,*
<i>breviscapa-strangii</i>	9-15	0.804	0.773*	0.825*,*	0.562	0.510*	0.569*,*
<i>breviscapa-streptophylla</i>	9-8	0.967	0.973	0.972*,*	0.783	0.810	0.812*,*
<i>breviscapa-subscabra</i>	9-29	0.450	0.350*	0.391*,**	0.208	0.147*	0.179*,*
<i>breviscapa-taxifolia</i>	9-14	0.698	0.672*	0.792*,*	0.409	0.393*	0.500*,*
<i>breviscapa-tragacantha</i>	9-12	0.811	0.754*	0.627*,*	0.509	0.464*	0.343*,*
<i>breviscapa-variabilis</i>	9-95	0.402	0.359*	0.307**,*	0.176	0.151*	0.127**,*
<i>breviscapa-variegata</i>	9-46	0.165	0.132*	0.124*,*	0.054	0.043*	0.040*,*
<i>caput-ardeae-caruncularis</i>	10-63	0.662	0.826	0.803*,*	0.384	0.558	0.534*,*
<i>caput-ardeae-ciliata</i>	10-16	0.733	0.742	0.724*,*	0.442	0.474	0.461*,*
<i>caput-ardeae-cryptantha</i>	10-6	0.961	0.873	0.779*,*	0.773	0.592	0.447*,*
<i>caput-ardeae-declinans</i>	10-17	0.852	0.938	0.937*,*	0.618	0.743	0.732*,*
<i>caput-ardeae-epidendroides</i>	10-35	0.771	0.907	0.874*,*	0.465	0.681	0.631*,*
<i>caput-ardeae-gigantea</i>	10-15	0.814	0.863	0.833*,*	0.524	0.600	0.556*,*
<i>caput-ardeae-giuliettiae</i>	10-9	0.962	0.834	0.902*,*	0.789	0.571	0.664*,*
<i>caput-ardeae-glabra</i>	10-18	0.836	0.932	0.936*,*	0.527	0.742	0.739*,*
<i>caput-ardeae-graomogolensis</i>	10-9	0.532	0.387*	0.371**,**	0.293	0.169*	0.160**,**
<i>caput-ardeae-hatschbachii</i>	10-9	0.836	0.749	0.703**,**	0.560	0.428*	0.391*,**
<i>caput-ardeae-intermedia</i>	10-14	0.902	0.922	0.930*,*	0.663	0.699	0.715*,*
<i>caput-ardeae-marcescens</i>	10-15	0.508	0.529*	0.458*,*	0.281	0.276*	0.223*,*
<i>caput-ardeae-minima</i>	10-28	0.767	0.861	0.844*,*	0.472	0.610	0.597*,*
<i>caput-ardeae-obtecta</i>	10-10	0.711	0.732*	0.722*,*	0.420	0.443*	0.430*,*
<i>caput-ardeae-ornata</i>	10-11	0.791	0.905	0.865*,*	0.547	0.661	0.598*,*
<i>caput-ardeae-patens</i>	10-26	0.775	0.871*	0.893*,*	0.473	0.642	0.665*,*
<i>caput-ardeae-peripherica</i>	10-5	0.688	0.638	0.621*,**	0.397	0.340	0.324*,**
<i>caput-ardeae-resinosa</i>	10-16	0.832	0.874	0.892*,*	0.574	0.619	0.653*,*
<i>caput-ardeae-spiralis</i>	10-11	0.526	0.423*	0.414*,**	0.289	0.178*	0.179*,**
<i>caput-ardeae-stenocarpa</i>	10-16	0.653	0.651*	0.580*,*	0.368	0.352*	0.291*,*
<i>caput-ardeae-stipitata</i>	10-13	0.899	0.826	0.818*,*	0.650	0.544	0.535*,*
<i>caput-ardeae-strangii</i>	10-15	0.802	0.965	0.965*,*	0.527	0.808	0.806*,*
<i>caput-ardeae-streptophylla</i>	10-8	0.969	0.845	0.881*,*	0.794	0.568	0.635*,*
<i>caput-ardeae-subscabra</i>	10-29	0.553	0.628*	0.662*,*	0.294	0.365	0.378*,*
<i>caput-ardeae-taxifolia</i>	10-14	0.765	0.828	0.877*,*	0.493	0.601	0.642*,*
<i>caput-ardeae-tragacantha</i>	10-12	0.900	0.855	0.906*,*	0.672	0.617	0.696*,*

<i>caput-ardeae-variabilis</i>	10-95	0.524	0.582*	0.616*,*	0.273	0.304*	0.341*,*
<i>caput-ardeae-variegata</i>	10-46	0.228	0.247*	0.192*,*	0.084	0.091*	0.061*,*
<i>caruncularis-ciliata</i>	63-16	0.639	0.779*	0.821*,*	0.325	0.506*	0.559*,*
<i>caruncularis-cryptantha</i>	63-6	0.680	0.607	0.607*,*	0.357	0.297	0.303*,*
<i>caruncularis-declinans</i>	63-17	0.848	0.904	0.888*,*	0.623	0.694	0.676*,*
<i>caruncularis-epidendroides</i>	63-35	0.940	0.940	0.934*,*	0.770	0.735	0.738*,*
<i>caruncularis-gigantea</i>	63-15	0.863	0.863	0.842*,*	0.641	0.613*	0.589*,*
<i>caruncularis-giulietiae</i>	63-9	0.613	0.611	0.609*,*	0.345	0.354	0.346*,*
<i>caruncularis-glabra</i>	63-18	0.875	0.889	0.882*,*	0.618	0.640	0.629*,*
<i>caruncularis-graomogolensis</i>	63-9	0.480	0.388*	0.397**,**	0.208	0.155*	0.164**,**
<i>caruncularis-hatschbachii</i>	63-9	0.656	0.631	0.623*,*	0.341	0.315	0.309**,**
<i>caruncularis-intermedia</i>	63-14	0.822	0.800	0.837*,*	0.554	0.553	0.578*,*
<i>caruncularis-marcescens</i>	63-15	0.645	0.624*	0.648*,*	0.342	0.324*	0.347*,*
<i>caruncularis-minima</i>	63-28	0.922	0.932	0.930*,*	0.729	0.729	0.727*,*
<i>caruncularis-obtecta</i>	63-10	0.668	0.799	0.759*,*	0.356	0.521	0.467*,*
<i>caruncularis-ornata</i>	63-11	0.788	0.783	0.782*,*	0.522	0.518	0.520*,*
<i>caruncularis-patens</i>	63-26	0.841	0.782*	0.760*,*	0.577	0.485*	0.464*,*
<i>caruncularis-peripherica</i>	63-5	0.654	0.634	0.672**,**	0.342	0.321	0.355**,**
<i>caruncularis-resinosa</i>	63-16	0.898	0.936	0.935*,*	0.690	0.763	0.755*,*
<i>caruncularis-spiralis</i>	63-11	0.458	0.423*	0.403**,**	0.190	0.169*	0.158**,**
<i>caruncularis-stenocarpa</i>	63-16	0.564	0.654*	0.640*,*	0.271	0.330*	0.317*,*
<i>caruncularis-stipitata</i>	63-13	0.692	0.819*	0.832*,*	0.373	0.549	0.561*,*
<i>caruncularis-strangii</i>	63-15	0.807	0.813*	0.804*,*	0.528	0.539*	0.512*,*
<i>caruncularis-streptophylla</i>	63-8	0.607	0.496*	0.602*,*	0.342	0.253*	0.328*,*
<i>caruncularis-subscabra</i>	63-29	0.853	0.819*	0.814*,*	0.576	0.527*	0.516*,*
<i>caruncularis-taxifolia</i>	63-14	0.876	0.846	0.843*,*	0.662	0.629	0.622*,*
<i>caruncularis-tragacantha</i>	63-12	0.695	0.779*	0.795*,*	0.412	0.506	0.532*,*
<i>caruncularis-variabilis</i>	63-95	0.748	0.719*	0.701*,*	0.443	0.413*	0.400*,*
<i>caruncularis-variegata</i>	63-46	0.344	0.256*	0.295*,*	0.131	0.087*	0.102**,**
<i>ciliata-cryptantha</i>	16-6	0.829	0.544*	0.565*,*	0.552	0.295	0.316*,*
<i>ciliata-declinans</i>	16-17	0.744	0.808*	0.808*,*	0.436	0.559*	0.548*,*
<i>ciliata-epidendroides</i>	16-35	0.655	0.760*	0.772*,*	0.337	0.501*	0.505*,*
<i>ciliata-gigantea</i>	16-15	0.667	0.607	0.649*,*	0.362	0.353*	0.377*,*
<i>ciliata-giulietiae</i>	16-9	0.619	0.523*	0.548*,*	0.340	0.296	0.302*,*
<i>ciliata-glabra</i>	16-18	0.599	0.736*	0.678*,*	0.303	0.468*	0.420*,*
<i>ciliata-graomogolensis</i>	16-9	0.819	0.483*	0.478**,**	0.579	0.222*	0.216**,**
<i>ciliata-hatschbachii</i>	16-9	0.961	0.605	0.619*,*	0.790	0.310	0.326*,*
<i>ciliata-intermedia</i>	16-14	0.783	0.748*	0.740*,*	0.485	0.506*	0.491*,*
<i>ciliata-marcescens</i>	16-15	0.710	0.786*	0.796*,*	0.417	0.531	0.547*,*
<i>ciliata-minima</i>	16-28	0.633	0.742*	0.765*,*	0.336	0.488*	0.512*,*
<i>ciliata-obtecta</i>	16-10	0.906	0.644*	0.640*,*	0.682	0.368*	0.368*,*
<i>ciliata-ornata</i>	16-11	0.795	0.810*	0.800*,*	0.502	0.566**	0.562*,*

<i>ciliata-patens</i>	16-26	0.542	0.666*	0.597*,*	0.260	0.387*	0.332*,*
<i>ciliata-peripherica</i>	16-5	0.907	0.493*	0.502*,*	0.680	0.221*	0.231*,*
<i>ciliata-resinosa</i>	16-16	0.689	0.771*	0.771*,*	0.380	0.507*	0.503*,*
<i>ciliata-spiralis</i>	16-11	0.815	0.495*	0.488*,**	0.572	0.228*	0.216*,**
<i>ciliata-stenocarpa</i>	16-16	0.953	0.794*	0.758*,*	0.802	0.534*	0.471*,*
<i>ciliata-stipitata</i>	16-13	0.921	0.793*	0.806*,*	0.693	0.519*	0.537*,*
<i>ciliata-strangii</i>	16-15	0.590	0.768*	0.707*,*	0.302	0.482*	0.433*,*
<i>ciliata-streptophylla</i>	16-8	0.624	0.540*	0.573*,*	0.342	0.292*	0.312*,*
<i>ciliata-subscabra</i>	16-29	0.652	0.855*	0.857*,*	0.330	0.611*	0.608*,*
<i>ciliata-taxifolia</i>	16-14	0.681	0.795*	0.798*,*	0.371	0.523*	0.537*,*
<i>ciliata-tragacantha</i>	16-12	0.716	0.681*	0.857*,*	0.422	0.423*	0.608*,*
<i>ciliata-variabilis</i>	16-95	0.709	0.623*	0.620*,*	0.432	0.361*	0.358*,*
<i>ciliata-variegata</i>	16-46	0.357	0.209*	0.224**,*	0.138	0.062*	0.067**,*
<i>cryptantha-declinans</i>	6-17	0.861	0.824	0.822*,*	0.582	0.518	0.527*,*
<i>cryptantha-epidendroides</i>	6-35	0.766	0.690	0.678*,*	0.429	0.360	0.346*,*
<i>cryptantha-gigantea</i>	6-15	0.769	0.682	0.694*,*	0.447	0.366	0.381*,*
<i>cryptantha-giulietiiiae</i>	6-9	0.883	0.918	0.941*,*	0.627	0.671	0.720*,*
<i>cryptantha-glabra</i>	6-18	0.779	0.756	0.771*,*	0.448	0.418	0.449*,*
<i>cryptantha-graomogolensis</i>	6-9	0.613	0.533*	0.518*,*	0.371	0.302*	0.294*,*
<i>cryptantha-hatschbachii</i>	6-9	0.919	0.922	0.924*,*	0.682	0.692	0.690*,*
<i>cryptantha-intermedia</i>	6-14	0.895	0.841	0.843*,*	0.637	0.566	0.579*,*
<i>cryptantha-marcescens</i>	6-15	0.568	0.484*	0.434**,*	0.337	0.256*	0.238**,*
<i>cryptantha-minima</i>	6-28	0.762	0.744	0.743*,*	0.436	0.428	0.418*,*
<i>cryptantha-obtecta</i>	6-10	0.778	0.647*	0.548*,*	0.493	0.373*	0.296*,*
<i>cryptantha-ornata</i>	6-11	0.832	0.825	0.818*,*	0.565	0.567	0.561*,*
<i>cryptantha-patens</i>	6-26	0.708	0.685*	0.684*,*	0.388	0.365*	0.366*,*
<i>cryptantha-peripherica</i>	6-5	0.772	0.747*	0.710*,**	0.485	0.452*	0.414*,**
<i>cryptantha-resinosa</i>	6-16	0.834	0.754	0.684*,*	0.539	0.430	0.355*,*
<i>cryptantha-spiralis</i>	6-11	0.605	0.611*	0.576*,*	0.368	0.341	0.321*,*
<i>cryptantha-stenocarpa</i>	6-16	0.768	0.596*	0.616*,*	0.487	0.321*	0.343*,*
<i>cryptantha-stipitata</i>	6-13	0.946	0.845	0.817*,*	0.751	0.586	0.549*,*
<i>cryptantha-strangii</i>	6-15	0.765	0.768	0.790*,*	0.455	0.465	0.487*,*
<i>cryptantha-streptophylla</i>	6-8	0.900	0.896	0.913*,*	0.645	0.631	0.662*,*
<i>cryptantha-subscabra</i>	6-29	0.584	0.483*	0.523*,*	0.321	0.246	0.288*,*
<i>cryptantha-taxifolia</i>	6-14	0.744	0.768	0.785*,*	0.444	0.488	0.493*,*
<i>cryptantha-tragacantha</i>	6-12	0.855	0.630	0.576*,*	0.577	0.318	0.272**,*
<i>cryptantha-variabilis</i>	6-95	0.610	0.520*	0.551*,**	0.349	0.279*	0.309*,**
<i>cryptantha-variegata</i>	6-46	0.252	0.196*	0.208*,*	0.092	0.067*	0.074*,*
<i>declinans-epidendroides</i>	17-35	0.943	0.938	0.931*,*	0.728	0.761	0.745*,*
<i>declinans-gigantea</i>	17-15	0.878	0.772*	0.793*,*	0.654	0.497*	0.510*,*

<i>declinans-giulietiae</i>	17-9	0.814	0.868	0.841*,*	0.553	0.612	0.589*,*
<i>declinans-glabra</i>	17-18	0.901	0.923*	0.922*,*	0.650	0.701	0.708*,*
<i>declinans-graomogolensis</i>	17-9	0.566	0.440*	0.458*,**	0.288	0.207*	0.211*,**
<i>declinans-hatschbachii</i>	17-9	0.815	0.763	0.774*,*	0.515	0.455	0.459*,*
<i>declinans-intermedia</i>	17-14	0.936	0.914	0.907*,*	0.747	0.686	0.662*,*
<i>declinans-marcescens</i>	17-15	0.696	0.613*	0.613*,*	0.409	0.332*	0.332*,*
<i>declinans-minima</i>	17-28	0.904	0.944	0.936*,*	0.674	0.766	0.748*,*
<i>declinans-obtecta</i>	17-10	0.721	0.779*	0.781*,*	0.427	0.490*	0.488*,*
<i>declinans-ornata</i>	17-11	0.959	0.929**	0.922*,*	0.783	0.701	0.696*,*
<i>declinans-patens</i>	17-26	0.881	0.835*	0.833*,*	0.629	0.561*	0.562*,*
<i>declinans-peripherica</i>	17-5	0.701	0.655*	0.668*,**	0.405	0.359*	0.370*,**
<i>declinans-resinosa</i>	17-16	0.965	0.924	0.913*,*	0.806	0.722	0.693*,*
<i>declinans-spiralis</i>	17-11	0.563	0.490*	0.521*,*	0.281	0.223*	0.244*,**
<i>declinans-stenocarpa</i>	17-16	0.696	0.749	0.747*,*	0.395	0.435*	0.427*,*
<i>declinans-stipitata</i>	17-13	0.845	0.888	0.877*,*	0.563	0.646	0.626*,*
<i>declinans-strangii</i>	17-15	0.949	0.956	0.959*,*	0.745	0.758	0.772*,*
<i>declinans-streptophylla</i>	17-8	0.815	0.806	0.788*,*	0.548	0.531	0.512*,*
<i>declinans-subscabra</i>	17-29	0.748	0.711*	0.708*,*	0.483	0.434*	0.428*,*
<i>declinans-taxifolia</i>	17-14	0.908	0.894	0.902*,*	0.714	0.679	0.704*,*
<i>declinans-tragacantha</i>	17-12	0.792	0.863	0.797*,*	0.540	0.637	0.537*,*
<i>declinans-variabilis</i>	17-95	0.693	0.639*	0.606*,**	0.431	0.373*	0.344*,*
<i>declinans-variegata</i>	17-46	0.277	0.233*	0.169*,*	0.099	0.077*	0.049*,*
<i>epidendroides-gigantea</i>	35-15	0.902	0.817*	0.855*,*	0.692	0.556*	0.621*,*
<i>epidendroides-giulietiae</i>	35-9	0.736	0.624*	0.728*,*	0.457	0.333	0.439*,*
<i>epidendroides-glabra</i>	35-18	0.944	0.937	0.936*,*	0.743	0.740	0.741*,*
<i>epidendroides-graomogolensi</i>	35-9	0.486	0.355*	0.322*,**	0.219	0.144*	0.132*,**
<i>epidendroides-hatschbachii</i>	35-9	0.712	0.704	0.656*,*	0.382	0.377	0.335*,*
<i>epidendroides-intermedia</i>	35-14	0.888	0.868	0.867*,*	0.629	0.601*	0.592*,*
<i>epidendroides-marcescens</i>	35-15	0.641	0.590*	0.614*,*	0.342	0.310*	0.328*,*
<i>epidendroides-minima</i>	35-28	0.970	0.951	0.956*,*	0.827	0.803	0.801*,*
<i>epidendroides-obtecta</i>	35-10	0.674	0.774*	0.778*,*	0.369	0.483*	0.488*,*
<i>epidendroides-ornata</i>	35-11	0.871	0.823*	0.810*,*	0.599	0.532*	0.518*,*
<i>epidendroides-patens</i>	35-26	0.925	0.869*	0.853*,*	0.710	0.601*	0.581*,*
<i>epidendroides-peripherica</i>	35-5	0.655	0.632*	0.619*,*	0.347	0.330	0.320*,*
<i>epidendroides-resinosa</i>	35-16	0.966	0.935	0.928*,*	0.800	0.760	0.743*,*
<i>epidendroides-spiralis</i>	35-11	0.470	0.374*	0.407*,**	0.204	0.147*	0.163*,*
<i>epidendroides-stenocarpa</i>	35-16	0.592	0.631*	0.694*,*	0.290	0.308*	0.365*,*
<i>epidendroides-stipitata</i>	35-13	0.754	0.778*	0.811*,*	0.427	0.484*	0.529*,*
<i>epidendroides-strangii</i>	35-15	0.921	0.895*	0.917*,*	0.680	0.642*	0.696*,*
<i>epidendroides-streptophylla</i>	35-8	0.730	0.655*	0.696*,*	0.452	0.387	0.428*,*
<i>epidendroides-subscabra</i>	35-29	0.784	0.722*	0.721*,*	0.505	0.436*	0.428*,*
<i>epidendroides-taxifolia</i>	35-14	0.910	0.861	0.858*,*	0.705	0.628	0.637*,*

<i>epidendroides-tragacantha</i>	35-12	0.762	0.845*	0.822*,*	0.475	0.615*	0.566*,*
<i>epidendroides-variabilis</i>	35-95	0.699	0.635*	0.664*,*	0.402	0.341*	0.367*,*
<i>epidendroides-variegata</i>	35-46	0.298	0.200*	0.193*,*	0.108	0.060*	0.059*,*
<i>gigantea-giulietiae</i>	15-9	0.759	0.586*	0.659*,*	0.464	0.304*	0.384*,*
<i>gigantea-glabra</i>	15-18	0.920	0.912	0.870*,*	0.697	0.692	0.635*,*
<i>gigantea-graomogolensis</i>	15-9	0.471	0.324*	0.329**,*	0.219	0.131*	0.126**,**
<i>gigantea-hatschbachii</i>	15-9	0.714	0.642*	0.556**,**	0.393	0.322*	0.252**,**
<i>gigantea-intermedia</i>	15-14	0.929	0.867	0.830*,*	0.714	0.600	0.566*,*
<i>gigantea-marcescens</i>	15-15	0.558	0.495*	0.494*,*	0.295	0.243*	0.242*,*
<i>gigantea-minima</i>	15-28	0.859	0.834*	0.801*,*	0.621	0.570*	0.510*,*
<i>gigantea-obtecta</i>	15-10	0.699	0.751*	0.770*,*	0.392	0.456*	0.489*,*
<i>gigantea-ornata</i>	15-11	0.806	0.737*	0.768*,*	0.542	0.450*	0.478*,*
<i>gigantea-patens</i>	15-26	0.909	0.899*	0.891*,*	0.690	0.656*	0.656*,*
<i>gigantea-peripherica</i>	15-5	0.655	0.531*	0.552*,*	0.345	0.238*	0.256*,*
<i>gigantea-resinosa</i>	15-16	0.912	0.872	0.874*,*	0.729	0.624	0.636*,*
<i>gigantea-spiralis</i>	15-11	0.458	0.321*	0.287**,**	0.213	0.119*	0.104**,**
<i>gigantea-stenocarpa</i>	15-16	0.543	0.450*	0.562*,*	0.266	0.200*	0.276*,*
<i>gigantea-stipitata</i>	15-13	0.794	0.713*	0.737*,*	0.480	0.399*	0.434*,*
<i>gigantea-strangii</i>	15-15	0.826	0.771*	0.775*,*	0.562	0.488*	0.451*,*
<i>gigantea-streptophylla</i>	15-8	0.755	0.646*	0.613*,*	0.458	0.359	0.338*,*
<i>gigantea-subscabra</i>	15-29	0.752	0.714*	0.701*,*	0.489	0.438*	0.419*,*
<i>gigantea-taxifolia</i>	15-14	0.905	0.870	0.885*,*	0.726	0.639	0.651*,*
<i>gigantea-tragacantha</i>	15-12	0.867	0.882	0.872*,*	0.598	0.665	0.648*,*
<i>gigantea-variabilis</i>	15-95	0.641	0.568*	0.536**,**	0.354	0.270*	0.249**,**
<i>gigantea-variegata</i>	15-46	0.356	0.258*	0.302**,**	0.152	0.094*	0.118**,**
<i>giulietiae-glabra</i>	9-18	0.838	0.894	0.805*,*	0.561	0.649	0.492*,*
<i>giulietiae-graomogolensis</i>	9-9	0.445	0.436*	0.465*,*	0.220	0.225*	0.242*,*
<i>giulietiae-hatschbachii</i>	9-9	0.721	0.764*	0.781*,*	0.430	0.480*	0.492*,*
<i>giulietiae-intermedia</i>	9-14	0.842	0.817	0.758*,*	0.564	0.539	0.461*,*
<i>giulietiae-marcescens</i>	9-15	0.446	0.383*	0.386*,*	0.227	0.192*	0.178*,*
<i>giulietiae-minima</i>	9-28	0.733	0.663*	0.747*,*	0.470	0.367	0.487*,*
<i>giulietiae-obtecta</i>	9-10	0.597	0.514*	0.540*,*	0.320	0.251*	0.268*,*
<i>giulietiae-ornata</i>	9-11	0.723	0.773	0.715*,*	0.451	0.487	0.453*,*
<i>giulietiae-patens</i>	9-26	0.790	0.713	0.635*,*	0.523	0.404	0.314*,*
<i>giulietiae-peripherica</i>	9-5	0.569	0.613*	0.584*,*	0.299	0.331*	0.306*,*
<i>giulietiae-resinosa</i>	9-16	0.794	0.763	0.704*,*	0.531	0.501	0.440*,*
<i>giulietiae-spiralis</i>	9-11	0.452	0.495*	0.503**,**	0.228	0.276	0.265**,**
<i>giulietiae-stenocarpa</i>	9-16	0.559	0.543*	0.584*,*	0.291	0.287*	0.313*,*
<i>giulietiae-stipitata</i>	9-13	0.806	0.740	0.710*,*	0.520	0.453	0.426*,*
<i>giulietiae-strangii</i>	9-15	0.818	0.763	0.802*,*	0.562	0.485	0.516*,*

<i>giulietiiiae-streptophylla</i>	9-8	0.976	0.941*	0.960*,*	0.873	0.752	0.800*,*
<i>giulietiiiae-subscabra</i>	9-29	0.477	0.445*	0.438**,**	0.231	0.218*	0.207*,*
<i>giulietiiiae-taxifolia</i>	9-14	0.724	0.781	0.703*,*	0.451	0.491	0.432*,*
<i>giulietiiiae-tragacantha</i>	9-12	0.862	0.728*	0.678*,*	0.585	0.443	0.410*,*
<i>giulietiiiae-variabilis</i>	9-95	0.440	0.425*	0.416**,**	0.208	0.205*	0.199**,**
<i>giulietiiiae-variegata</i>	9-46	0.165	0.138*	0.102*,*	0.053	0.042*	0.027*,*
<i>glabra-graomogolensis</i>	18-9	0.437	0.335*	0.298**,**	0.194	0.140*	0.125**,**
<i>glabra-hatschbachii</i>	18-9	0.674	0.915	0.661*,*	0.359	0.676	0.346*,*
<i>glabra-intermedia</i>	18-14	0.894	0.896*	0.916*,*	0.634	0.662	0.689*,*
<i>glabra-marcescens</i>	18-15	0.549	0.482*	0.483*,*	0.272	0.235*	0.233*,*
<i>glabra-minima</i>	18-28	0.922	0.917*	0.908*,*	0.700	0.692*	0.686*,*
<i>glabra-obtecta</i>	18-10	0.624	0.742	0.751*,*	0.334	0.444	0.453*,*
<i>glabra-ornata</i>	18-11	0.794	0.754*	0.825*,*	0.509	0.466*	0.541*,*
<i>glabra-patens</i>	18-26	0.970	0.956*	0.958*,*	0.843	0.772*	0.782*,*
<i>glabra-peripherica</i>	18-5	0.596	0.559*	0.598*,*	0.312	0.279*	0.305*,*
<i>glabra-resinosa</i>	18-16	0.940	0.938	0.928*,*	0.740	0.733	0.715*,*
<i>glabra-spiralis</i>	18-11	0.424	0.399*	0.379**,**	0.184	0.169*	0.161**,**
<i>glabra-stenocarpa</i>	18-16	0.524	0.653*	0.616*,*	0.251	0.351*	0.314*,*
<i>glabra-stipitata</i>	18-13	0.746	0.770*	0.822*,*	0.420	0.476*	0.539*,*
<i>glabra-strangii</i>	18-15	0.910	0.897*	0.919*,*	0.707	0.658*	0.683*,*
<i>glabra-streptophylla</i>	18-8	0.818	0.818	0.815*,*	0.546	0.545	0.557*,*
<i>glabra-subscabra</i>	18-29	0.705	0.666*	0.667*,*	0.424	0.398*	0.399*,*
<i>glabra-taxifolia</i>	18-14	0.899	0.891	0.919*,*	0.666	0.781	0.728*,*
<i>glabra-tragacantha</i>	18-12	0.838	0.879*	0.893*,*	0.543	0.667*	0.702*,*
<i>glabra-variabilis</i>	18-95	0.597	0.583*	0.567**,**	0.314	0.303*	0.297**,**
<i>glabra-variegata</i>	18-46	0.253	0.228*	0.192*,*	0.090	0.081*	0.062*,*
<i>graomogolensis-hatschbachii</i>	9-9	0.780	0.733*	0.706**,**	0.537	0.477*	0.452*,*
<i>graomogolensis-intermedia</i>	9-14	0.576	0.512*	0.506*,*	0.313	0.258*	0.256**,**
<i>graomogolensis-marcescens</i>	9-15	0.777	0.610	0.671*,*	0.497	0.334	0.389*,*
<i>graomogolensis-minima</i>	9-28	0.450	0.333*	0.384**,**	0.197	0.135*	0.160**,**
<i>graomogolensis-obtecta</i>	9-10	0.660	0.244*	0.323**,**	0.399	0.102*	0.148**,**
<i>graomogolensis-ornata</i>	9-11	0.658	0.549*	0.548*,*	0.367	0.277*	0.279**,**
<i>graomogolensis-patens</i>	9-26	0.384	0.225*	0.231**,**	0.168	0.080*	0.080**,**
<i>graomogolensis-peripherica</i>	9-5	0.690	0.536*	0.564**,**	0.430	0.297*	0.324**,**
<i>graomogolensis-resinosa</i>	9-16	0.521	0.409*	0.406**,**	0.250	0.173*	0.169**,**
<i>graomogolensis-spiralis</i>	9-11	0.983	0.969	0.977*,*	0.867	0.821	0.846*,*
<i>graomogolensis-stenocarpa</i>	9-16	0.843	0.532*	0.474**,**	0.618	0.278	0.242**,**
<i>graomogolensis-stipitata</i>	9-13	0.688	0.620*	0.569*,*	0.453	0.350*	0.320*,*
<i>graomogolensis-strangii</i>	9-15	0.445	0.381*	0.383*,*	0.199	0.161*	0.165**,**
<i>graomogolensis-streptophylla</i>	9-8	0.455	0.389*	0.402**,**	0.226	0.188*	0.191**,**
<i>graomogolensis-subscabra</i>	9-29	0.551	0.427*	0.413**,**	0.273	0.195*	0.211*,*
<i>graomogolensis-taxifolia</i>	9-14	0.534	0.436*	0.476**,**	0.269	0.209*	0.232**,**

<i>graomogolensis-tragacantha</i>	9-12	0.547	0.409*	0.429**,*	0.298	0.180*	0.186**,*
<i>graomogolensis-variabilis</i>	9-95	0.444	0.299*	0.274**,*	0.219	0.127*	0.110**,*
<i>graomogolensis-variegata</i>	9-46	0.235	0.152*	0.137**,*	0.083	0.046*	0.041**,*
<i>hatschbachii-intermedia</i>	9-14	0.844	0.815	0.840**,*	0.556	0.502	0.546**,*
<i>hatschbachii-marcescens</i>	9-15	0.692	0.516*	0.566**,*	0.408	0.267*	0.305**,*
<i>hatschbachii-minima</i>	9-28	0.698	0.634	0.689**,*	0.384	0.319	0.372**,*
<i>hatschbachii-obtecta</i>	9-10	0.884	0.638*	0.641**,*	0.648	0.340	0.350**,*
<i>hatschbachii-ornata</i>	9-11	0.850	0.885	0.834**,*	0.570	0.633	0.566**,*
<i>hatschbachii-patens</i>	9-26	0.607	0.579*	0.503**,*	0.304	0.277*	0.211**,*
<i>hatschbachii-peripherica</i>	9-5	0.884	0.810*	0.826**,*	0.646	0.532*	0.551**,*
<i>hatschbachii-resinosa</i>	9-16	0.757	0.706	0.727**,*	0.450	0.384	0.389**,*
<i>hatschbachii-spiralis</i>	9-11	0.765	0.738	0.661**,*	0.506	0.488	0.406**,*
<i>hatschbachii-stenocarpa</i>	9-16	0.914	0.677	0.663**,*	0.695	0.384	0.376**,*
<i>hatschbachii-stipitata</i>	9-13	0.965	0.882	0.893**,*	0.802	0.622	0.637**,*
<i>hatschbachii-strangii</i>	9-15	0.667	0.667*	0.631**,*	0.369	0.360*	0.328**,*
<i>hatschbachii-streptophylla</i>	9-8	0.732	0.738*	0.741**,*	0.437	0.423*	0.456**,*
<i>hatschbachii-subscabra</i>	9-29	0.639	0.590	0.571**,*	0.328	0.314	0.315**,*
<i>hatschbachii-taxifolia</i>	9-14	0.721	0.653*	0.646**,*	0.398	0.338*	0.338**,*
<i>hatschbachii-tragacantha</i>	9-12	0.782	0.647*	0.696**,*	0.484	0.327*	0.367**,*
<i>hatschbachii-variabilis</i>	9-95	0.683	0.578*	0.596**,*	0.417	0.340*	0.343**,*
<i>hatschbachii-variegata</i>	9-46	0.313	0.229*	0.207**,*	0.118	0.078*	0.068**,*
<i>intermedia-marcescens</i>	14-15	0.639	0.560*	0.569**,*	0.378	0.313*	0.309**,*
<i>intermedia-minima</i>	14-28	0.854	0.864*	0.866**,*	0.585	0.597*	0.586**,*
<i>intermedia-obtecta</i>	14-10	0.760	0.834	0.819**,*	0.465	0.568	0.565**,*
<i>intermedia-ornata</i>	14-11	0.891	0.862	0.862**,*	0.682	0.633	0.640**,*
<i>intermedia-patens</i>	14-26	0.846	0.830*	0.867**,*	0.573	0.551*	0.600**,*
<i>intermedia-peripherica</i>	14-5	0.737	0.693*	0.708**,*	0.440	0.380*	0.395**,*
<i>intermedia-resinosa</i>	14-16	0.918	0.846*	0.875**,*	0.709	0.589*	0.628**,*
<i>intermedia-spiralis</i>	14-11	0.571	0.537*	0.491**,*	0.308	0.268*	0.242**,*
<i>intermedia-stenocarpa</i>	14-16	0.676	0.683*	0.679**,*	0.385	0.373*	0.377**,*
<i>intermedia-stipitata</i>	14-13	0.905	0.888	0.908**,*	0.644	0.658	0.682**,*
<i>intermedia-strangii</i>	14-15	0.849	0.856*	0.865**,*	0.590	0.565*	0.613**,*
<i>intermedia-streptophylla</i>	14-8	0.850	0.827	0.717**,*	0.567	0.523	0.413**,*
<i>intermedia-subscabra</i>	14-29	0.746	0.702*	0.750**,*	0.478	0.444	0.484**,*
<i>intermedia-taxifolia</i>	14-14	0.913	0.913	0.926**,*	0.704	0.708	0.728**,*
<i>intermedia-tragacantha</i>	14-12	0.890	0.908*	0.907**,*	0.672	0.695*	0.680**,*
<i>intermedia-variabilis</i>	14-95	0.683	0.688*	0.674**,*	0.417	0.422	0.406**,*
<i>intermedia-variegata</i>	14-46	0.345	0.279*	0.270**,*	0.139	0.103*	0.097**,*
<i>marcescens-minima</i>	15-28	0.577	0.521*	0.558**,*	0.294	0.265*	0.294**,*
<i>marcescens-obtecta</i>	15-10	0.586	0.463*	0.479**,*	0.312	0.238*	0.241**,*

<i>marcescens-ornata</i>	15-11	0.756	0.682*	0.691*,*	0.469	0.390*	0.415*,*
<i>marcescens-patens</i>	15-26	0.512	0.384*	0.361*,*	0.250	0.169*	0.164*,*
<i>marcescens-peripherica</i>	15-5	0.597	0.504*	0.444*,*	0.316	0.246*	0.200*,*
<i>marcescens-resinosa</i>	15-16	0.629	0.536*	0.569*,*	0.348	0.272*	0.285*,*
<i>marcescens-spiralis</i>	15-11	0.781	0.623*	0.674*,*	0.506	0.333*	0.389*,*
<i>marcescens-stenocarpa</i>	15-16	0.738	0.833*	0.856*,*	0.440	0.556*	0.599*,*
<i>marcescens-stipitata</i>	15-13	0.618	0.715*	0.745*,*	0.368	0.422*	0.455*,*
<i>marcescens-strangii</i>	15-15	0.598	0.507*	0.568*,*	0.317	0.241*	0.286*,*
<i>marcescens-streptophylla</i>	15-8	0.457	0.357*	0.374*,*	0.230	0.175*	0.185*,*
<i>marcescens-subscabra</i>	15-29	0.754	0.721*	0.752*,*	0.497	0.471*	0.514*,*
<i>marcescens-taxifolia</i>	15-14	0.738	0.686*	0.660*,*	0.437	0.376*	0.355*,*
<i>marcescens-tragacantha</i>	15-12	0.477	0.465*	0.492*,*	0.271	0.233*	0.245*,*
<i>marcescens-variabilis</i>	15-95	0.581	0.521*	0.558*,**	0.338	0.282*	0.305*,*
<i>marcescens-variegata</i>	15-46	0.203	0.140*	0.148*,*	0.065	0.037*	0.040*,*
<i>minima-obtecta</i>	28-10	0.673	0.743*	0.776*,*	0.381	0.435*	0.473*,*
<i>minima-ornata</i>	28-11	0.833	0.825	0.862*,*	0.566	0.560	0.599*,*
<i>minima-patens</i>	28-26	0.879	0.779*	0.817*,*	0.636	0.504*	0.543*,*
<i>minima-peripherica</i>	28-5	0.659	0.647*	0.657*,**	0.363	0.349	0.356*,**
<i>minima-resinosa</i>	28-16	0.938	0.962	0.974*,*	0.740	0.787	0.824*,*
<i>minima-spiralis</i>	28-11	0.421	0.406*	0.425*,**	0.175	0.170*	0.184*,**
<i>minima-stenocarpa</i>	28-16	0.558	0.555*	0.615*,*	0.273	0.259*	0.303*,*
<i>minima-stipitata</i>	28-13	0.738	0.796*	0.813*,*	0.424	0.518*	0.540*,*
<i>minima-strangii</i>	28-15	0.885	0.883*	0.897*,*	0.634	0.640*	0.657*,*
<i>minima-streptophylla</i>	28-8	0.731	0.759*	0.728*,*	0.470	0.492	0.466*,*
<i>minima-subscabra</i>	28-29	0.749	0.727*	0.675*,*	0.476	0.442*	0.400*,*
<i>minima-taxifolia</i>	28-14	0.849	0.845	0.838*,*	0.608	0.601	0.608*,*
<i>minima-tragacantha</i>	28-12	0.746	0.791*	0.807*,*	0.461	0.533*	0.565*,*
<i>minima-variabilis</i>	28-95	0.699	0.687*	0.677*,*	0.410	0.390*	0.386*,*
<i>minima-variegata</i>	28-46	0.307	0.266*	0.237*,*	0.113	0.090*	0.079*,*
<i>obtecta-ornata</i>	10-11	0.718	0.772*	0.761*,*	0.418	0.497*	0.480*,*
<i>obtecta-patens</i>	10-26	0.590	0.648*	0.741*,*	0.299	0.345*	0.448*,*
<i>obtecta-peripherica</i>	10-5	0.985	0.677	0.677*,**	0.882	0.372	0.367*,**
<i>obtecta-resinosa</i>	10-16	0.696	0.794	0.789*,*	0.406	0.499	0.502*,*
<i>obtecta-spiralis</i>	10-11	0.626	0.375*	0.324**,*	0.364	0.171*	0.146**,**
<i>obtecta-stenocarpa</i>	10-16	0.831	0.603*	0.590*,*	0.575	0.313*	0.304*,*
<i>obtecta-stipitata</i>	10-13	0.884	0.791*	0.762*,*	0.643	0.527*	0.492*,*
<i>obtecta-strangii</i>	10-15	0.578	0.675*	0.747*,*	0.308	0.376*	0.457*,*
<i>obtecta-streptophylla</i>	10-8	0.582	0.461*	0.505*,*	0.304	0.213*	0.244*,*
<i>obtecta-subscabra</i>	10-29	0.637	0.734	0.695*,*	0.321	0.489	0.449*,*
<i>obtecta-taxifolia</i>	10-14	0.670	0.772*	0.757*,*	0.365	0.485*	0.476*,*
<i>obtecta-tragacantha</i>	10-12	0.724	0.732	0.763*,*	0.435	0.437	0.483*,*
<i>obtecta-variabilis</i>	10-95	0.747	0.748	0.706*,*	0.481	0.460	0.410*,*



<i>obtecta-variegata</i>	10-46	0.420	0.289*	0.267*,*	0.181	0.112*	0.100*,*
<i>ornata-patens</i>	11-26	0.756	0.636*	0.610*,*	0.473	0.348*	0.336*,*
<i>ornata-peripherica</i>	11-5	0.711	0.647*	0.687*,*	0.405	0.351*	0.385*,*
<i>ornata-resinosa</i>	11-16	0.901	0.824	0.832*,*	0.661	0.546	0.554*,*
<i>ornata-spiralis</i>	11-11	0.656	0.574*	0.612*,*	0.363	0.293*	0.326*,*
<i>ornata-stenocarpa</i>	11-16	0.749	0.788*	0.771*,*	0.449	0.475*	0.456*,*
<i>ornata-stipitata</i>	11-13	0.831	0.898	0.916*,*	0.551	0.676	0.704*,*
<i>ornata-strangii</i>	11-15	0.874	0.872*	0.871*,*	0.608	0.605*	0.604*,*
<i>ornata-streptophylla</i>	11-8	0.749	0.727	0.751*,*	0.477	0.444	0.491*,*
<i>ornata-subscabra</i>	11-29	0.756	0.706	0.718*,*	0.496	0.443	0.459*,*
<i>ornata-taxifolia</i>	11-14	0.847	0.854*	0.849*,*	0.601	0.600*	0.593*,*
<i>ornata-tragacantha</i>	11-12	0.720	0.796*	0.791*,*	0.477	0.515*	0.501*,*
<i>ornata-variabilis</i>	11-95	0.706	0.676	0.681*,*	0.447	0.420	0.424*,*
<i>ornata-variegata</i>	11-46	0.320	0.234*	0.238*,*	0.118	0.077*	0.077*,*
<i>patens-peripherica</i>	26-5	0.551	0.442*	0.419*,*	0.272	0.184*	0.171*,*
<i>patens-resinosa</i>	26-16	0.918	0.806*	0.772*,*	0.695	0.528*	0.492*,*
<i>patens-spiralis</i>	26-11	0.378	0.268*	0.266**,**	0.165	0.100*	0.096**,**
<i>patens-stenocarpa</i>	26-16	0.481	0.520*	0.440*,*	0.227	0.245*	0.195*,*
<i>patens-stipitata</i>	26-13	0.689	0.715*	0.677*,*	0.372	0.418*	0.375*,*
<i>patens-strangii</i>	26-15	0.906	0.873*	0.802*,*	0.699	0.621*	0.546*,*
<i>patens-streptophylla</i>	26-8	0.752	0.833	0.775*,*	0.498	0.578	0.498*,*
<i>patens-subscabra</i>	26-29	0.661	0.558*	0.612*,*	0.387	0.298*	0.343*,*
<i>patens-taxifolia</i>	26-14	0.878	0.849*	0.826*,*	0.649	0.575*	0.563*,*
<i>patens-tragacantha</i>	26-12	0.798	0.912*	0.891*,*	0.506	0.688*	0.640*,*
<i>patens-variabilis</i>	26-95	0.548	0.468*	0.509**,**	0.280	0.220*	0.245**,**
<i>patens-variegata</i>	26-46	0.218	0.131*	0.147*,*	0.073	0.036	0.042*,*
<i>peripherica-resinosa</i>	5-16	0.682	0.635	0.628**,*	0.389	0.338	0.327**,*
<i>peripherica-spiralis</i>	5-11	0.648	0.652	0.598**,*	0.381	0.398	0.347*,*
<i>peripherica-stenocarpa</i>	5-16	0.837	0.572*	0.580*,*	0.594	0.295*	0.300*,*
<i>peripherica-stipitata</i>	5-13	0.865	0.731	0.730**,*	0.613	0.430	0.425**,*
<i>peripherica-strangii</i>	5-15	0.554	0.563*	0.528*,*	0.288	0.289*	0.271*,*
<i>peripherica-streptophylla</i>	5-8	0.562	0.528*	0.503*,*	0.291	0.264*	0.242*,*
<i>peripherica-subscabra</i>	5-29	0.634	0.581	0.581**,*	0.314	0.286	0.290**,*
<i>peripherica-taxifolia</i>	5-14	0.638	0.585	0.554*,*	0.340	0.296	0.275*,*
<i>peripherica-tragacantha</i>	5-12	0.691	0.535*	0.527*,*	0.402	0.254*	0.244*,*
<i>peripherica-variabilis</i>	5-95	0.750	0.682	0.689**,*	0.482	0.410	0.417**,*
<i>peripherica-variegata</i>	5-46	0.455	0.319*	0.359**,**	0.205	0.124*	0.151**,**
<i>resinosa-spiralis</i>	16-11	0.505	0.507*	0.396**,**	0.235	0.226*	0.153**,**
<i>resinosa-stenocarpa</i>	16-16	0.626	0.533*	0.636*,*	0.336	0.238*	0.327*,*
<i>resinosa-stipitata</i>	16-13	0.802	0.767*	0.780*,*	0.509	0.465*	0.493*,*

<i>resinosa-strangii</i>	16-15	0.931	0.874*	0.860*,*	0.711	0.609*	0.588*,*
<i>resinosa-streptophylla</i>	16-8	0.791	0.734*	0.727*,*	0.522	0.445	0.452*,*
<i>resinosa-subscabra</i>	16-29	0.748	0.692*	0.692*,*	0.485	0.422*	0.418*,*
<i>resinosa-taxifolia</i>	16-14	0.888	0.824	0.854*,*	0.698	0.602	0.632*,*
<i>resinosa-tragacantha</i>	16-12	0.814	0.850	0.850*,*	0.563	0.633	0.639*,*
<i>resinosa-variabilis</i>	16-95	0.666	0.643*	0.633*,*	0.393	0.360*	0.345*,*
<i>resinosa-variegata</i>	16-46	0.305	0.226*	0.207*,*	0.115	0.076*	0.068*,*
<i>spiralis-stenocarpa</i>	11-16	0.846	0.548*	0.608*,*	0.615	0.282*	0.325*,*
<i>spiralis-stipitata</i>	11-13	0.682	0.642*	0.634*,*	0.447	0.365*	0.359*,*
<i>spiralis-strangii</i>	11-15	0.447	0.414*	0.369**,*	0.194	0.171*	0.147**,*
<i>spiralis-streptophylla</i>	11-8	0.459	0.460*	0.456**,*	0.229	0.245*	0.212**,*
<i>spiralis-subscabra</i>	11-29	0.531	0.474*	0.413**,**	0.264	0.222*	0.191**,*
<i>spiralis-taxifolia</i>	11-14	0.533	0.527*	0.477**,*	0.269	0.257*	0.229**,*
<i>spiralis-tragacantha</i>	11-12	0.539	0.372*	0.446**,*	0.290	0.163*	0.203**,*
<i>spiralis-variabilis</i>	11-95	0.413	0.335*	0.325*,*	0.197	0.147*	0.141*,*
<i>spiralis-variegata</i>	11-46	0.191	0.111*	0.117*,*	0.060	0.031*	0.033*,*
<i>stenocarpa-stipitata</i>	16-13	0.841	0.830*	0.823*,*	0.588	0.529*	0.520*,*
<i>stenocarpa-strangii</i>	16-15	0.559	0.642*	0.702*,*	0.277	0.334*	0.389*,*
<i>stenocarpa-streptophylla</i>	16-8	0.554	0.520*	0.500*,*	0.286	0.263*	0.246*,*
<i>stenocarpa-subscabra</i>	16-29	0.564	0.672*	0.720*,*	0.273	0.380*	0.432*,*
<i>stenocarpa-taxifolia</i>	16-14	0.610	0.749*	0.735*,*	0.320	0.437*	0.421*,*
<i>stenocarpa-tragacantha</i>	16-12	0.602	0.562*	0.544*,*	0.328	0.272*	0.263*,*
<i>stenocarpa-variabilis</i>	16-95	0.628	0.565*	0.567**,**	0.350	0.299*	0.301**,**
<i>stenocarpa-variegata</i>	16-46	0.204	0.182*	0.187*,*	0.066	0.052*	0.055*,*
<i>stipitata-strangii</i>	13-15	0.710	0.816	0.821*,*	0.414	0.534	0.547*,*
<i>stipitata-streptophylla</i>	13-8	0.797	0.684	0.684*,*	0.503	0.393*	0.380*,*
<i>stipitata-subscabra</i>	13-29	0.634	0.762	0.743*,*	0.338	0.513	0.501*,*
<i>stipitata-taxifolia</i>	13-14	0.760	0.932	0.921*,*	0.446	0.695	0.672*,*
<i>stipitata-tragacantha</i>	13-12	0.881	0.774*	0.709*,*	0.613	0.463*	0.406*,*
<i>stipitata-variabilis</i>	13-95	0.667	0.689*	0.685*,*	0.415	0.456	0.445*,*
<i>stipitata-variegata</i>	13-46	0.308	0.185*	0.221*,*	0.122	0.055*	0.072*,*
<i>strangii-streptophylla</i>	15-8	0.814	0.797	0.848*,*	0.558	0.548	0.598*,*
<i>strangii-subscabra</i>	15-29	0.659	0.583*	0.610*,*	0.372	0.311*	0.329*,*
<i>strangii-taxifolia</i>	15-14	0.851	0.880*	0.877*,*	0.587	0.641*	0.641*,*
<i>strangii-tragacantha</i>	15-12	0.727	0.814*	0.838*,*	0.456	0.518*	0.564*,*
<i>strangii-variabilis</i>	15-95	0.578	0.583*	0.571*,*	0.317	0.328*	0.315*,*
<i>strangii-variegata</i>	15-46	0.209	0.121*	0.128*,*	0.067	0.032*	0.036*,*
<i>streptophylla-subscabra</i>	8-29	0.489	0.444*	0.437**,**	0.238	0.212*	0.216*,*
<i>streptophylla-taxifolia</i>	8-14	0.719	0.650	0.671*,*	0.445	0.378	0.404*,*
<i>streptophylla-tragacantha</i>	8-12	0.834	0.791*	0.720*,*	0.550	0.512*	0.452*,*
<i>streptophylla-variabilis</i>	8-95	0.452	0.395*	0.408*,*	0.212	0.174*	0.188*,*
<i>streptophylla-variegata</i>	8-46	0.187	0.132*	0.127*,*	0.065	0.043*	0.041*,*

<i>subscabra-taxifolia</i>	29-14	0.822	0.732	0.731*,*	0.553	0.442*	0.446*,*
<i>subscabra-tragacantha</i>	29-12	0.564	0.621*	0.597*,*	0.313	0.341*	0.326*,*
<i>subscabra-variabilis</i>	29-95	0.785	0.751*	0.764*,*	0.511	0.487*	0.495*,*
<i>subscabra-variegata</i>	29-46	0.446	0.407*	0.449*,*	0.204	0.171*	0.201*,*
<i>taxifolia-tragacantha</i>	14-12	0.760	0.896	0.919*,*	0.512	0.672	0.715*,*
<i>taxifolia-variabilis</i>	14-95	0.676	0.589*	0.566*,*	0.398	0.327*	0.305*,*
<i>taxifolia-variegata</i>	14-46	0.276	0.180*	0.187*,*	0.100	0.055*	0.058*,*
<i>tragacantha-variabilis</i>	12-95	0.493	0.461*	0.444*,**	0.255	0.211*	0.211*,**
<i>tragacantha-variegata</i>	12-46	0.257	0.234*	0.221**,*	0.103	0.084*	0.079**,*
<i>variabilis-variegata</i>	95-46	0.544	0.498*	0.515**,*	0.254	0.231*	0.243**,*
<b>Proporção de pares</b>							
<b>com equivalência</b>			<b>* 64%</b>			<b>* 58%</b>	
<b>significativa</b>							
<hr/>							
<b>Clado 2</b>							
<i>alata-compacta</i>	5-51	0.619	0.595*	0.636*,*	0.291	0.282*	0.315*,*
<i>alata-graminea</i>	5-30	0.624	0.600*	0.562**,*	0.299	0.281*	0.245**,*
<i>alata-punctulata</i>	5-87	0.167	0.086*	0.147*,*	0.054	0.022*	0.046*,*
<i>compacta-graminea</i>	51-30	0.962	0.953	0.967*,*	0.823	0.802	0.828*,*
<i>compacta-punctulata</i>	51-87	0.125	0.068*	0.095*,*	0.040	0.019*	0.029*,*
<i>graminea-punctulata</i>	30-87	0.139	0.081*	0.101*,*	0.045	0.024*	0.031*,*
<b>Proporção de pares</b>							
<b>com equivalência</b>			<b>* 83%</b>			<b>* 83%</b>	
<b>significativa</b>							
<hr/>							
<b>Clado 3</b>							
<i>aloifolia-caespitosa</i>	15-14	0.719	0.835*	0.817*,*	0.423	0.528*	0.513*,*
<i>aloifolia-critina</i>	15-5	0.818	0.678	0.679*,*	0.545	0.381	0.377*,*
<i>aloifolia-metzgerae</i>	15-17	0.868	0.835*	0.862*,*	0.594	0.547*	0.587*,*
<i>caespitosa-critina</i>	14-5	0.688	0.539*	0.558*,**	0.395	0.282*	0.290*,**
<i>caespitosa-metzgerae</i>	14-17	0.831	0.849*	0.915*,*	0.556	0.591*	0.682*,*
<i>critina-metzgerae</i>	5-17	0.726	0.619*	0.607**,*	0.418	0.316*	0.310**,*
<b>Proporção de pares</b>							
<b>com equivalência</b>			<b>* 83%</b>			<b>* 83%</b>	
<b>significativa</b>							
<hr/>							
<b>Clado 4</b>							
<i>burlemarxii-canelinha</i>	11-8	0.829	0.340*	0.368*,*	0.537	0.131*	0.148*,*
<i>burlemarxii-caudata</i>	11-49	0.556	0.566*	0.625*,*	0.296	0.295*	0.351*,*
<i>burlemarxii-hemisphaerica</i>	11-35	0.579	0.647	0.662*,*	0.078	0.384	0.392*,*

<i>burlemarxii-jolyi</i>	11-54	0.536	0.508*	0.524*,*	0.278	0.264*	0.281*,*
<i>canelinha-caudata</i>	8-49	0.582	0.565	0.534*,*	0.304	0.301	0.272*,*
<i>canelinha-hemisphaerica</i>	8-35	0.588	0.511	0.537*,*	0.161	0.240	0.259*,*
<i>canelinha-jolyi</i>	8-54	0.558	0.510	0.536*,*	0.289	0.253	0.276*,*
<i>caudata-hemisphaerica</i>	49-35	0.826	0.811*	0.848*,*	0.136	0.504*	0.550*,*
<i>caudata-jolyi</i>	49-54	0.839	0.846*	0.897*,*	0.564	0.575*	0.653*,*
<i>hemisphaerica-jolyi</i>	35-54	0.926	0.913*	0.908*,*	0.705	0.685*	0.672*,*

**Proporção de pares**

**com equivalência  
significativa**

\* 60%

\* 60%

**Clado 5**

<i>albiflora-candida</i>	55-30	0.586	0.564*	0.551*,*	0.298	0.287*	0.281*,*
<i>albiflora-geotegens</i>	55-17	0.547	0.724*	0.661*,*	0.294	0.441*	0.395*,*
<i>albiflora-glauca</i>	55-44	0.622	0.605*	0.613*,*	0.321	0.302*	0.304*,*
<i>albiflora-hirsuta</i>	55-32	0.679	0.578*	0.600*,*	0.392	0.308*	0.319*,*
<i>albiflora-nanuzae</i>	55-14	0.544	0.701*	0.669*,*	0.304	0.428*	0.385*,*
<i>candida-geotegens</i>	30-17	0.252	0.250*	0.229*,*	0.094	0.091*	0.081*,*
<i>candida-glauca</i>	30-44	0.482	0.441*	0.502*,*	0.212	0.187*	0.225*,**
<i>candida-hirsuta</i>	30-32	0.352	0.290*	0.259*,**	0.131	0.098*	0.084*,**
<i>candida-nanuzae</i>	30-14	0.245	0.171*	0.202*,**	0.093	0.053*	0.068*,**
<i>geotegens-glauca</i>	17-44	0.542	0.557*	0.597*,**	0.289	0.280*	0.310*,**
<i>geotegens-hirsuta</i>	17-32	0.519	0.639*	0.674*,*	0.290	0.358*	0.395*,*
<i>geotegens-nanuzae</i>	17-14	0.958	0.888*	0.918*,*	0.773	0.654*	0.719*,*
<i>glauca-hirsuta</i>	44-32	0.659	0.620*	0.627*,*	0.372	0.331*	0.334*,*
<i>glauca-nanuzae</i>	44-14	0.510	0.415*	0.459*,*	0.266	0.178*	0.207**,*
<i>hirsuta-nanuzae</i>	32-14	0.477	0.577*	0.553*,*	0.265	0.331*	0.308*,*

**Proporção de pares**

**com equivalência  
significativa**

\* 100%

\* 100%

**Clado 6**

<i>dasypus-froesii</i>	156-69	0.743	0.762*	0.751*,*	0.489	0.483*	0.471*,*
<i>dasypus-furcata</i>	156-69	0.772	0.795*	0.773*,*	0.511	0.521*	0.492*,*
<i>dasypus-seubertiana</i>	156-5	0.475	0.445	0.422*,*	0.232	0.203	0.195*,*
<i>froesii-furcata</i>	69-69	0.902	0.908*	0.905*,*	0.697	0.672*	0.665*,*
<i>froesii-seubertiana</i>	69-5	0.592	0.561	0.555*,*	0.313	0.284	0.283*,*
<i>furcata-seubertiana</i>	69-5	0.587	0.546	0.540*,*	0.304	0.271	0.265*,*

**Proporção de pares**

**com equivalência  
significativa**

\* 50%

\* 50%

**Clado 7**

<i>goiasensis-maxillarioides</i>	5-11	0.763	0.333*	0.375*,*	0.515	0.127*	0.148*,*
<i>goiasensis-nivea</i>	5-24	0.395	0.352*	0.401*,**	0.168	0.139*	0.173*,**
<i>goiasensis-tubiflora</i>	5-100	0.716	0.641	0.640*,*	0.475	0.415	0.414*,*
<i>maxillarioides-nivea</i>	11-24	0.579	0.265*	0.605*,*	0.285	0.098*	0.322*,*
<i>maxillarioides-tubiflora</i>	11-100	0.547	0.382*	0.421*,*	0.336	0.162*	0.185*,*
<i>nivea-tubiflora</i>	24-100	0.502	0.418*	0.399*,*	0.231	0.174*	0.159*,*
<b>Proporção de pares com equivalência significativa</b>			<b>* 83%</b>		<b>* 83%</b>		
<b><i>V. plicata</i></b>							
<i>plicata-abietina</i>	28-47	0.269	0.244*	0.255*,*	0.108	0.090*	0.097*,*
<i>plicata-alata</i>	28-5	0.395	0.335*	0.364*,*	0.170	0.130*	0.147*,*
<i>plicata-albiflora</i>	28-55	0.556	0.497*	0.488*,*	0.264	0.227*	0.223*,*
<i>plicata-aloifolia</i>	28-15	0.493	0.380*	0.403*,*	0.234	0.156*	0.171*,**
<i>plicata-auriculata</i>	28-9	0.588	0.492*	0.459*,*	0.310	0.229*	0.209*,*
<i>plicata-barbata</i>	28-4	0.642	0.381*	0.376*,*	0.361	0.159*	0.155*,*
<i>plicata-brevifolia</i>	28-5	0.501	0.406*	0.401*,*	0.236	0.170*	0.172*,*
<i>plicata-breviscapa</i>	28-9	0.222	0.211*	0.156*,*	0.082	0.078*	0.053*,*
<i>plicata-burlemarxii</i>	28-11	0.600	0.395*	0.371*,*	0.336	0.166*	0.152*,*
<i>plicata-caespitosa</i>	28-14	0.229	0.236*	0.207*,**	0.084	0.084*	0.071*,**
<i>plicata-candida</i>	28-30	0.845	0.795*	0.806*,*	0.575	0.509*	0.529*,*
<i>plicata-canelinha</i>	28-7	0.734	0.660*	0.676*,*	0.443	0.372	0.388*,*
<i>plicata-caput-ardeae</i>	28-9	0.333	0.315*	0.323*,**	0.133	0.125*	0.128*,**
<i>plicata-caruncularis</i>	28-63	0.397	0.326*	0.336*,**	0.161	0.119*	0.125*,**
<i>plicata-caudata</i>	28-49	0.557	0.533*	0.540**,*	0.301	0.271*	0.284**,*
<i>plicata-ciliata</i>	28-16	0.625	0.357*	0.351*,*	0.353	0.144*	0.139*,*
<i>plicata-compacta</i>	28-51	0.289	0.224*	0.255*,**	0.104	0.074*	0.086*,**
<i>plicata-critina</i>	28-5	0.468	0.388*	0.368*,*	0.209	0.157*	0.147*,*
<i>plicata-cryptantha</i>	28-6	0.410	0.363*	0.352*,*	0.179	0.151*	0.143*,*
<i>plicata-dasyypus</i>	28-156	0.641	0.575*	0.588**,*	0.363	0.307*	0.314*,*
<i>plicata-declinans</i>	28-17	0.407	0.348*	0.343*,**	0.174	0.136*	0.134*,**
<i>plicata-epidendroides</i>	28-35	0.372	0.283*	0.285*,**	0.150	0.103*	0.104*,**
<i>plicata-froesii</i>	28-69	0.676	0.618*	0.611*,*	0.378	0.330*	0.324*,*
<i>plicata-furcata</i>	28-69	0.670	0.625*	0.613*,*	0.369	0.326*	0.321*,*
<i>plicata-geotegens</i>	28-17	0.340	0.338*	0.321*,**	0.137	0.134*	0.126*,**
<i>plicata-gigantea</i>	28-15	0.364	0.311*	0.318*,**	0.145	0.118*	0.118*,**
<i>plicata-giulietiae</i>	28-9	0.244	0.235*	0.189*,*	0.088	0.082*	0.066*,*
<i>plicata-glabra</i>	28-18	0.290	0.221*	0.214*,*	0.111	0.075*	0.072*,*
<i>plicata-glauca</i>	28-44	0.696	0.694*	0.669*,*	0.400	0.387*	0.369*,*
<i>plicata-goiasensis</i>	28-5	0.498	0.465*	0.451*,*	0.273	0.250*	0.235*,**

<i>plicata-graminea</i>	28-30	0.312	0.261*	0.262*,**	0.120	0.093*	0.094*,**
<i>plicata-grao-mogolensis</i>	28-9	0.495	0.357*	0.399*,**	0.263	0.161*	0.192*,**
<i>plicata-hatschbachii</i>	28-9	0.556	0.431*	0.418*,*	0.286	0.195*	0.184*,*
<i>plicata-hemisphaerica</i>	28-35	0.649	0.551*	0.553**,*	0.360	0.282*	0.279**,*
<i>plicata-hirsuta</i>	28-32	0.441	0.364*	0.382*,*	0.185	0.140*	0.149*,*
<i>plicata-intermedia</i>	28-14	0.436	0.368*	0.364*,**	0.192	0.152*	0.151*,**
<i>plicata-jolyi</i>	28-54	0.584	0.558*	0.557**,*	0.312	0.291*	0.288**,*
<i>plicata-marcescens</i>	28-15	0.459	0.362*	0.373*,*	0.226	0.154*	0.157*,*
<i>plicata-maxillarioides</i>	28-15	0.563	0.372*	0.342*,*	0.320	0.157*	0.139*,*
<i>plicata-metzgerae</i>	28-17	0.298	0.196*	0.225*,*	0.116	0.063*	0.077*,*
<i>plicata-minima</i>	28-28	0.381	0.324*	0.329*,**	0.156	0.123*	0.127*,**
<i>plicata-nanuzae</i>	28-14	0.309	0.207*	0.243*,**	0.120	0.066*	0.082*,**
<i>plicata-nivea</i>	28-24	0.395	0.313*	0.313*,**	0.164	0.117*	0.119**,*
<i>plicata-obtecta</i>	28-10	0.618	0.405*	0.378*,**	0.322	0.170*	0.157*,**
<i>plicata-ornata</i>	28-11	0.503	0.441*	0.439*,*	0.240	0.195*	0.195*,*
<i>plicata-patens</i>	28-26	0.239	0.179*	0.169*,**	0.082	0.057*	0.051*,**
<i>plicata-peripherica</i>	28-5	0.656	0.519*	0.517**,*	0.363	0.251*	0.252**,*
<i>plicata-punctulata</i>	28-87	0.715	0.692*	0.625*,*	0.423	0.401*	0.340*,*
<i>plicata-resinosa</i>	28-16	0.370	0.329*	0.351*,**	0.150	0.128*	0.139*,**
<i>plicata-seubertiana</i>	28-5	0.747	0.686	0.674*,*	0.452	0.393	0.383*,*
<i>plicata-spiralis</i>	28-11	0.458	0.354*	0.347*,**	0.241	0.169*	0.160*,**
<i>plicata-stenocarpa</i>	28-16	0.538	0.373*	0.368*,**	0.302	0.151*	0.150*,**
<i>plicata-stipitata</i>	28-13	0.480	0.426*	0.430*,**	0.222	0.188*	0.190*,**
<i>plicata-strangii</i>	28-15	0.295	0.241*	0.269*,**	0.113	0.086*	0.099*,*
<i>plicata-streptophylla</i>	28-8	0.276	0.243*	0.227*,*	0.105	0.091*	0.078*,*
<i>plicata-subscabra</i>	28-29	0.536	0.509*	0.519**,*	0.250	0.232*	0.240**,*
<i>plicata-taxifolia</i>	28-14	0.369	0.331*	0.291*,**	0.156	0.130*	0.114*,**
<i>plicata-tragacantha</i>	28-12	0.297	0.239*	0.228*,**	0.117	0.082*	0.080*,**
<i>plicata-tubiflora</i>	28-100	0.584	0.587*	0.574**,**	0.315	0.319*	0.305**,**
<i>plicata-variabilis</i>	28-95	0.722	0.681*	0.695*,*	0.416	0.383*	0.392*,*
<i>plicata-variegata</i>	28-46	0.742	0.692*	0.705*,*	0.455	0.412*	0.426*,*

**Proporção de pares**

**com equivalência**

**\* 98%**

**\* 96%**

**significativa**

### 4.3 EQUIVALÊNCIA E SIMILARIDADE DE NICHOS

O clado 5 apresentou o maior percentual de equivalência de nicho. Entre os 15 pares de espécies, todas mostraram valor de  $p$  inferior a 0.05, nas duas métricas ( $I$  e  $D$ ). O clado 7 somou 83,3% para  $I$  e  $D$ . Os cladogramas 2 e 3 apontaram percentuais de 83% para as duas métricas. O clado 1 com o maior número de combinações de espécies, totalizando 561 pares, possui o terceiro menor percentual de equivalência, com 64% para  $I$  e 58% para  $D$ . Os cladogramas 4 e 5 somaram os menores percentuais, com 60 e 50% para ambas as métricas, respectivamente. No total, a hipótese de equivalência de nicho foi rejeitada entre 31,5% e 36,3% dos pares de espécies analisadas com as métricas  $D$  e  $I$ , respectivamente. Já entre as 61 espécies analisadas com *V. plicata*, apenas *V. seubertiana* não apresentou valor significativo para equivalência de nicho na métrica  $I$ , e *V. seubertiana* e *V. canelinha* não apresentaram valores significativos na métrica  $D$ , somando o percentual de 98,3% para  $I$  e 96,7% para  $D$ .

A maioria dos pares de espécies analisadas possuem valores de similaridade de nicho significativos (fora do intervalo de confiança de 95% da distribuição nula). Com um valor total de 671 pares analisados, houve 534 em que tanto a espécie  $X$  prediz o nicho de  $Y$ , quando  $Y$  prediz de  $X$  no caso da métrica  $I$  (= 79,5%) e 527 pares (= 78,5%) para a métrica  $D$ . Os pares em que apenas uma espécie é capaz de prever significativamente o nicho da outra espécie somam 18% do total para  $I$ , com 121 pares, e 18,7% para  $D$ , com 126 pares. Apenas 5% das análises resultaram em valores dentro do intervalo de confiança para ambas as composições, somando 34 pares.

Na similaridade entre espécies de um mesmo clado, o clado com maior porcentagem de pares com valores significativos foi o clado 4 e o 6, com 100% para  $I$  e  $D$ , tanto de  $X$  para  $Y$  como de  $Y$  para  $X$ . O clado 1 somou 82% ( $I$ ), 81,2% ( $D$ ) significativo para ambas as combinações, 15% ( $I$ ) e 15,8% ( $D$ ) para apenas uma espécie predizendo o nicho da outra e apresentou a porcentagem mais alta para a similaridade menor que esperada ao acaso, com 2,6% ( $I$ ) e 2,8% ( $D$ ). O clado 2 mostrou 83,3% ( $I$  e  $D$ ) para significativo em ambas as combinações e 16,6% ( $I$  e  $D$ ) para apenas uma espécie com valor fora do intervalo. O clado 3 apontou 66,6% ( $I$  e  $D$ ) para significativo em ambas as combinações e 33,2% ( $I$  e  $D$ ) para apenas uma espécie com valor fora do intervalo. O clado 5 com 80% ( $I$ ) e 66,6% ( $D$ ) para

significativo em ambas combinações e 20% (*I*) e 33,2% (*D*) para apenas uma espécie com valor fora do intervalo. Os clados 2, 3 e 6 apresentaram 0% de rejeição da hipótese nula.

Por fim o clado 7 com 83,3%, para ambas as métricas com valores significativos tanto de X para Y como de Y para X, e 16,7% para apenas uma espécie predizendo o nicho da outra. Para as análises de todas as espécies com *V. plicata* os resultados foram de 50,8% (*I* e *D*) tanto de X para Y como de Y para X, e 49,1% (*I*) e 47,4% (*D*) para apenas uma espécie predizendo o nicho da outra, e 1,6% (*I*) e 3,2% (*D*) em que os valores caíram dentro do intervalo de confiança.

#### 4.4 SOBREPOSIÇÃO E EVOLUÇÃO DE NICHOS CLIMÁTICO

O perfil de ocupação de nicho (PNO) das espécies por variável climática é apresentado por clado, para facilitar a visualização (figuras X a X). A maioria das espécies ocupa amplitudes de nichos similares, porém mostra uma preferência climática distinta (como observado no eixo y) (Figura 6). O clado 1 de maneira geral tem uma preferência climática por temperaturas médias de  $\approx 18$  a  $27^{\circ}\text{C}$  no trimestre mais seco, baixas taxas de precipitação no mês mais seco (de 0 a 55mm) e precipitação variável (0 a 700 mm) no verão. A maior variação entre o perfil de ocupação de nicho das espécies foi em relação à variável precipitação no trimestre mais quente. O clado 2 apresentou espécies que ocorrem preferencialmente em temperaturas médias no período seco de  $\approx 15$  a  $28^{\circ}\text{C}$ , já no período úmido os valores registrados foram de  $\approx 20$  a  $29^{\circ}\text{C}$ . As taxas de precipitação foram superiores às da linhagem irmã (clado 1), com 0 a 70 no mês mais seco e 200 a 700 no trimestre mais quente. *Vellozia compacta* e *V. graminea* apresentaram perfis de ocupação muito semelhantes, com apenas algumas diferenças relacionadas à precipitação.

Os valores de precipitação mais altos apareceram nas preferências das espécies do clado 3, em comparação com os clados anteriores, que apresentam valores que vão de 0 a 1000 mm no trimestre mais quente. As temperaturas ficaram em torno de  $\approx 16$  a  $25^{\circ}\text{C}$  no trimestre seco e  $\approx 19$  a  $29^{\circ}\text{C}$  no trimestre chuvoso. Houve pouca variação no perfil de ocupação de nicho entre as espécies deste clado. O clado 4 mostrou perfis de ocupação para temperatura que variaram de  $\approx 15$  a  $29^{\circ}\text{C}$  para o trimestre mais seco e  $\approx 19$  a  $29^{\circ}\text{C}$  para o trimestre mais úmido. As preferências climáticas, tanto para temperatura quanto para a precipitação, são



semelhantes às obtidas para o clado 3, apenas a precipitação máxima do trimestre mais quente foi inferior, marcando de 0 a 550 mm.

A menor temperatura mínima observada nos PNO foi do clado 5, registrando  $\approx 10$  a  $28^{\circ}\text{C}$  para o mês mais seco, e aumentando para  $\approx 19$  a  $29^{\circ}\text{C}$  no trimestre mais chuvoso. A precipitação do mês mais frio variou de 0 a 80 mm (a maior registrada) e no trimestre mais quente de 0 a 900. *Vellozia geotegens* e *V. nanuzae* apresentaram PNOs semelhantes em relação a temperatura e precipitação. *Vellozia albiflora* e *V. candida* se destacam das outras espécies do clado por possuírem taxa de precipitação superiores a 20mm no mês mais seco e 100 mm no inverno. As espécies do clado 6 possuem PNOs muito semelhantes às espécies dos cladros 3 e 4 em relação a precipitação, semelhante ao clado 5 em relação a temperatura. As espécies registraram preferências climáticas muito parecidas, apenas *V. seubertiana* se destaca das demais por apresentar a preferências por precipitação mínima de 0 no trimestre mais frio e no mês mais seco.

No clado 7, as médias de temperatura ficaram em torno de  $\approx 14$  a  $30^{\circ}\text{C}$  no trimestre seco e  $\approx 18$  a  $30^{\circ}\text{C}$  no trimestre chuvoso. Já *V. nivea* destacou-se devido a preferência por uma taxa de precipitação superior às demais espécies no verão, com 650mm no trimestre. Já *Vellozia plicata* se destacou por apresentar maior percentual de contribuição pela taxa de precipitação de 100 mm no trimestre mais frio, enquanto as espécies do clado 7 apontaram a taxa próxima a 0mm no inverno.

A maior sobreposição de nicho climático foi registrada entre as espécies *V. caput-ardeae* e *V. geotegens* com o índice *D* de 0.938 e *I* de 0.995. Os valores mínimos de sobreposição calculados foram 0.0120 do índice *D* e 0.043 de *I* entre as espécies *V. breviscapa* e *V. jolyi* (apresentados na Tabela 3). O teste de sinal filogenético, realizado para os PNOs das variáveis individuais, mostrou que nenhuma das variáveis apresenta sinal significativo (Tabela 4).

A análise de disparidade apontou acúmulo significativo de disparidade considerando toda a árvore de *Vellozia* para as variáveis: Precipitação no trimestre mais quente (verão):  $p = 1,0$  e Precipitação no trimestre mais frio (inverno):  $p = 1,0$ , como detalhado na tabela 4. Em relação Precipitação Sazonal:  $p = 0,870$ , a sazonalidade não difere em média da expectativa

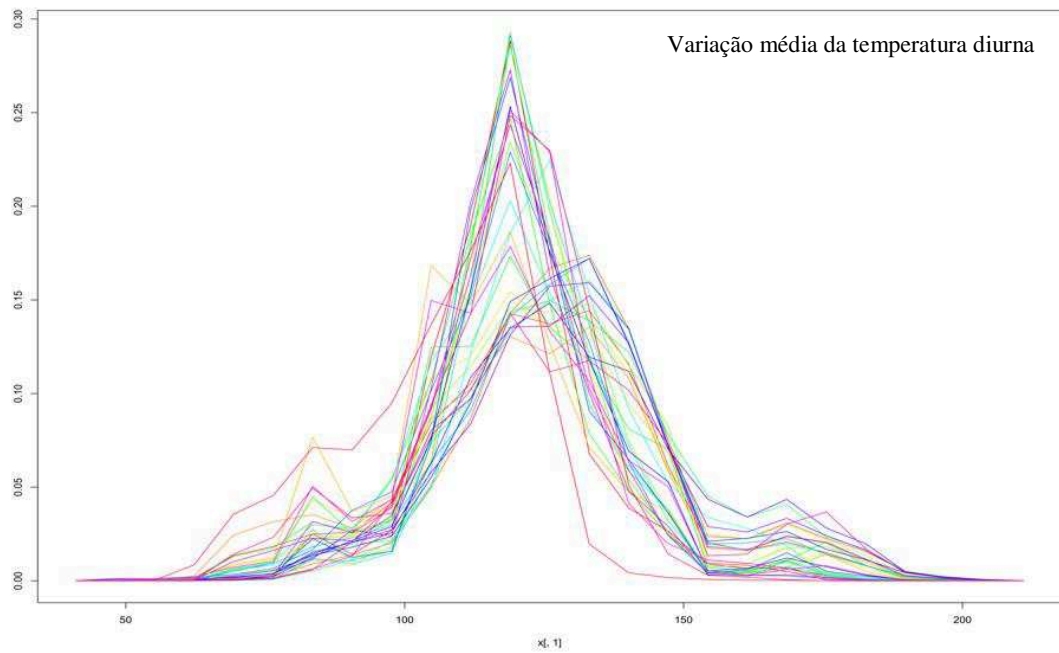
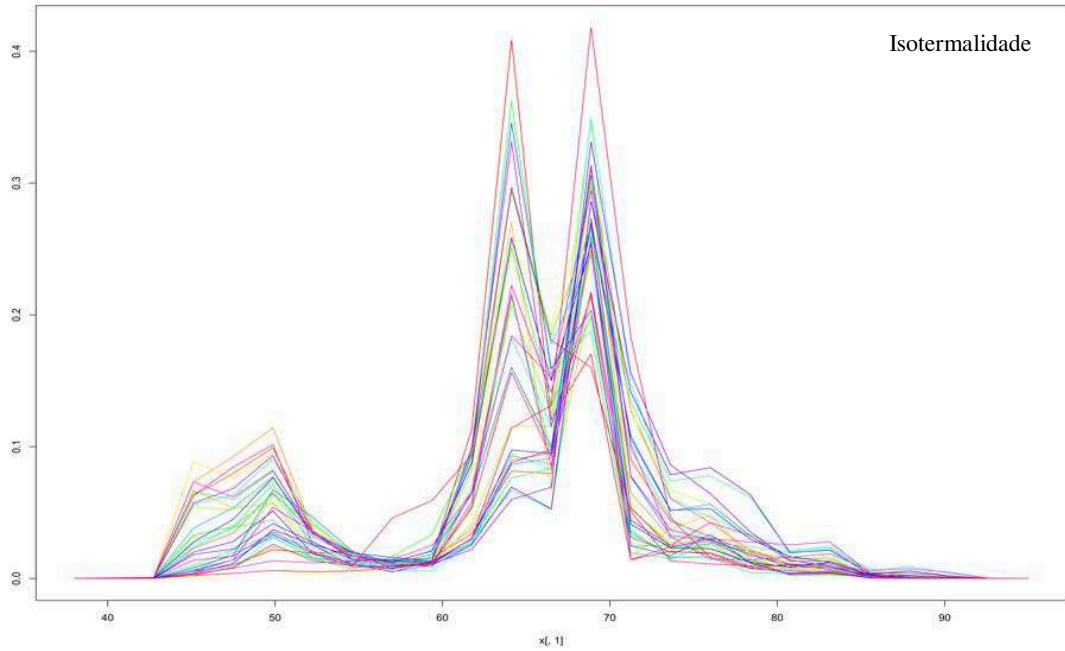
geral, mas se apenas os últimos 5 milhões de anos forem considerados, há uma disparificação maior do que a esperada pelo modelo nulo.

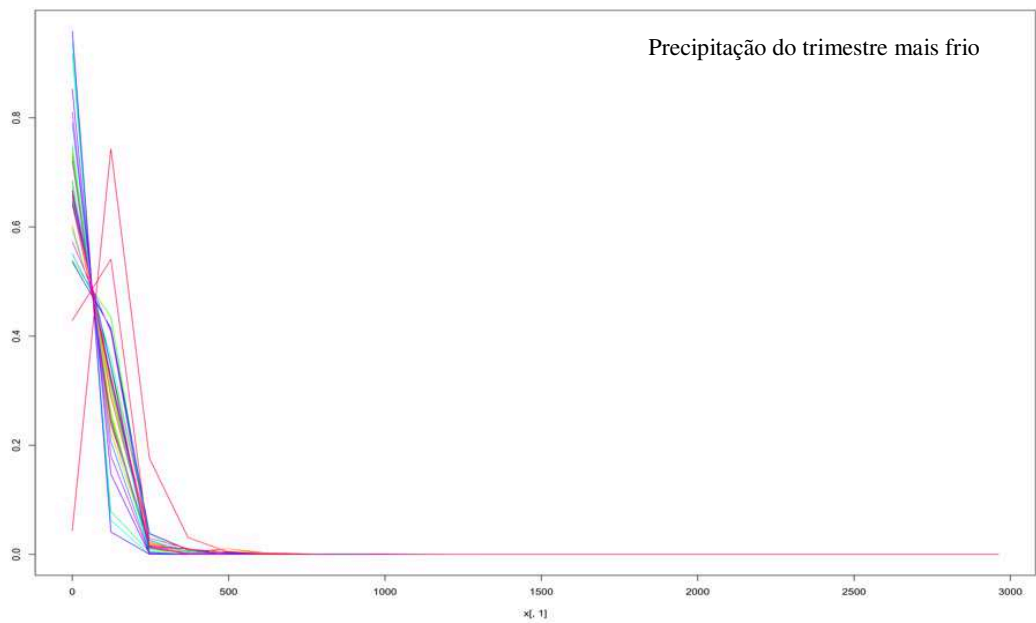
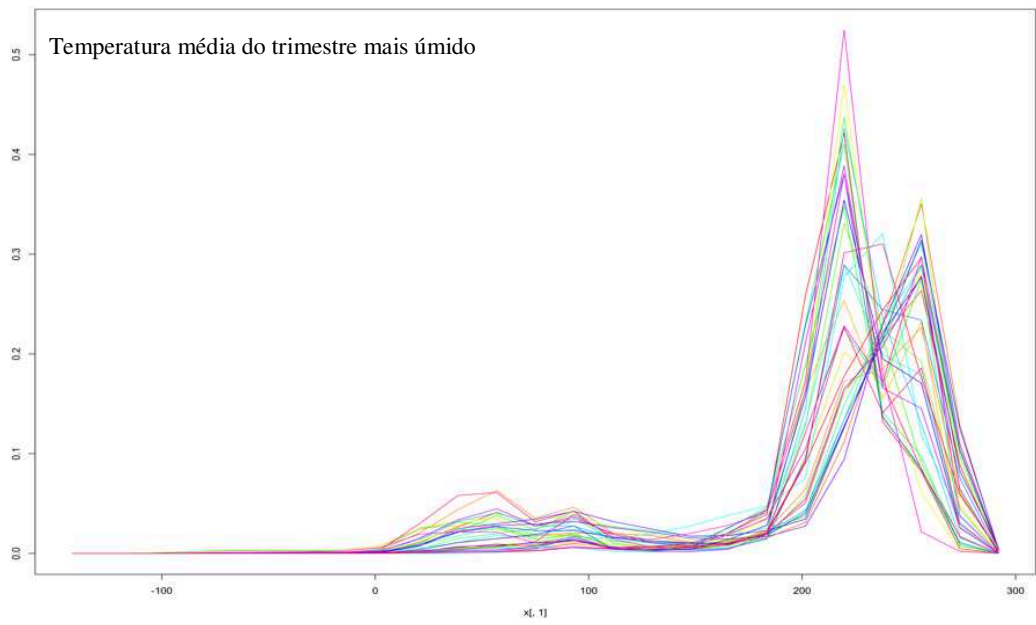
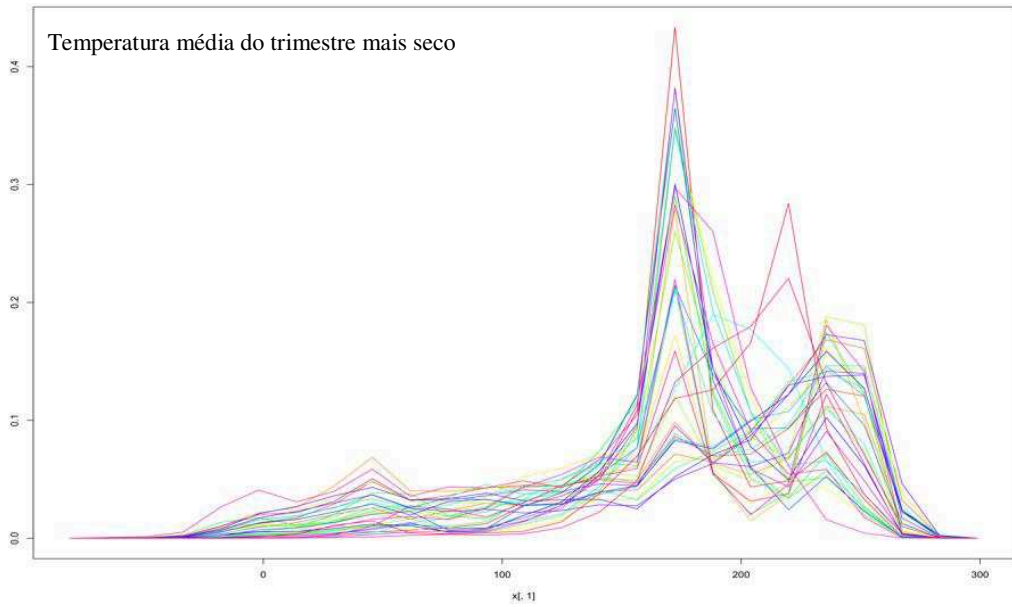
Os valores de MDI apontaram que não há uma disparificação maior do que a esperada pelo modelo nulo nas variáveis testadas. Todas as variáveis apresentaram MDI abaixo de 1, indicando que o acúmulo de disparidade evolutiva concentrou-se dentro dos clados e não dentro dos clados.

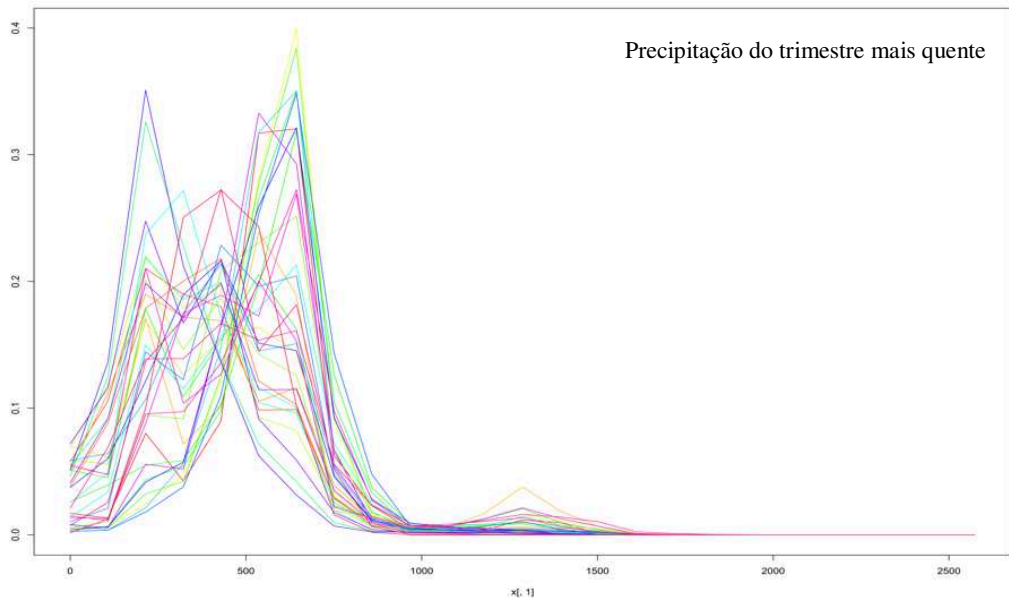
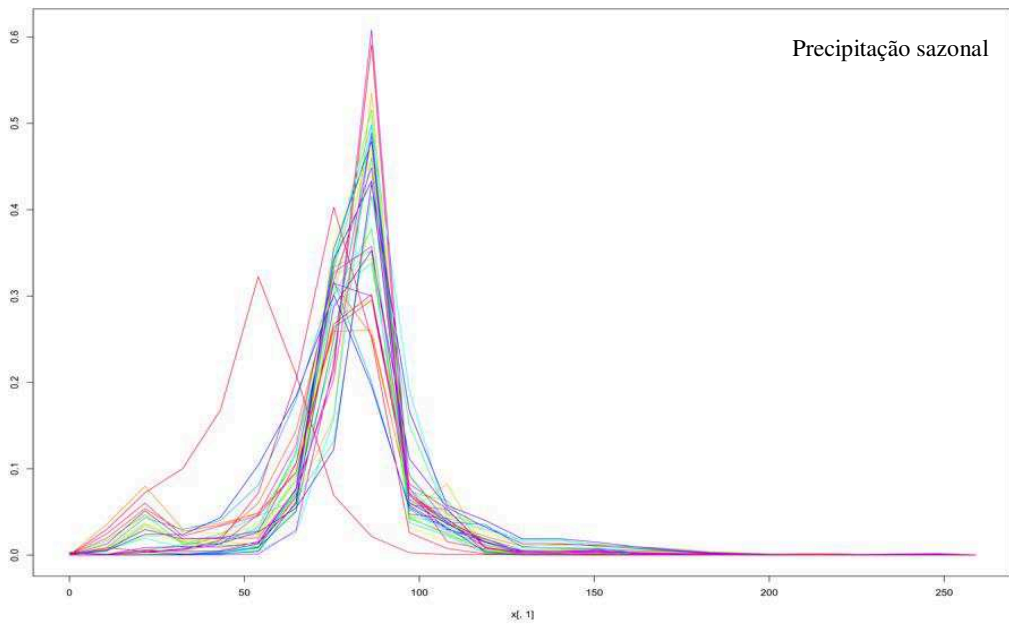
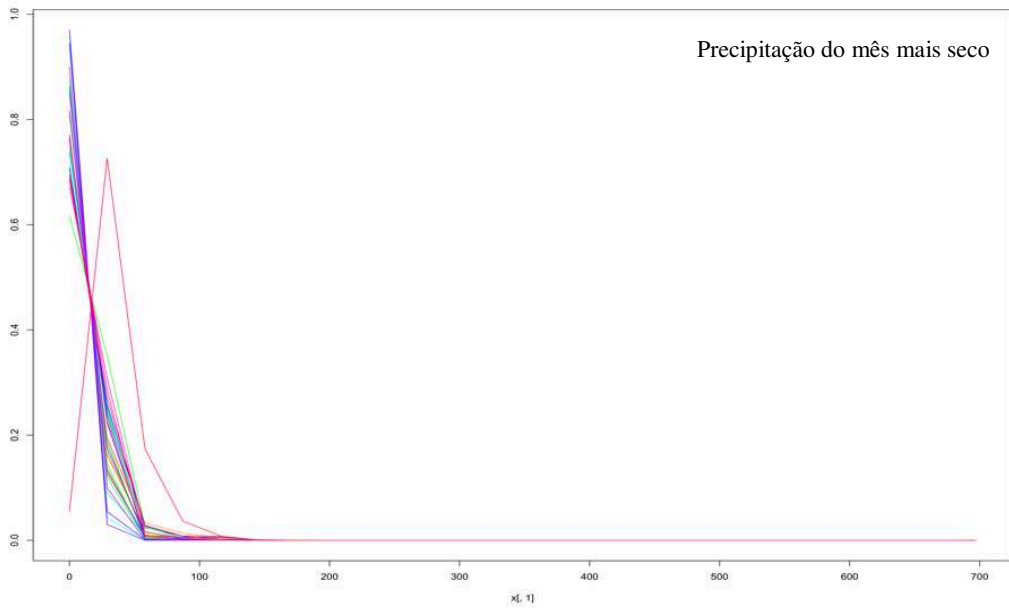
Não houve mudanças significativas entre os resultados das análises de reconstrução do nicho ancestral realizada para o conjunto de 1000 árvores e somente para a árvore MCC. Assim, os resultados mostrados são aqueles obtidos na análise para as 1000 árvores, sumarizados na árvore de MCC (Figura 7). As análises de reconstrução de nicho ancestral mostraram que entre as variáveis climáticas analisadas, as linhagens mais recentes têm uma preferência por temperaturas mais baixas e maior sazonalidade em relação as linhagens ancestrais.

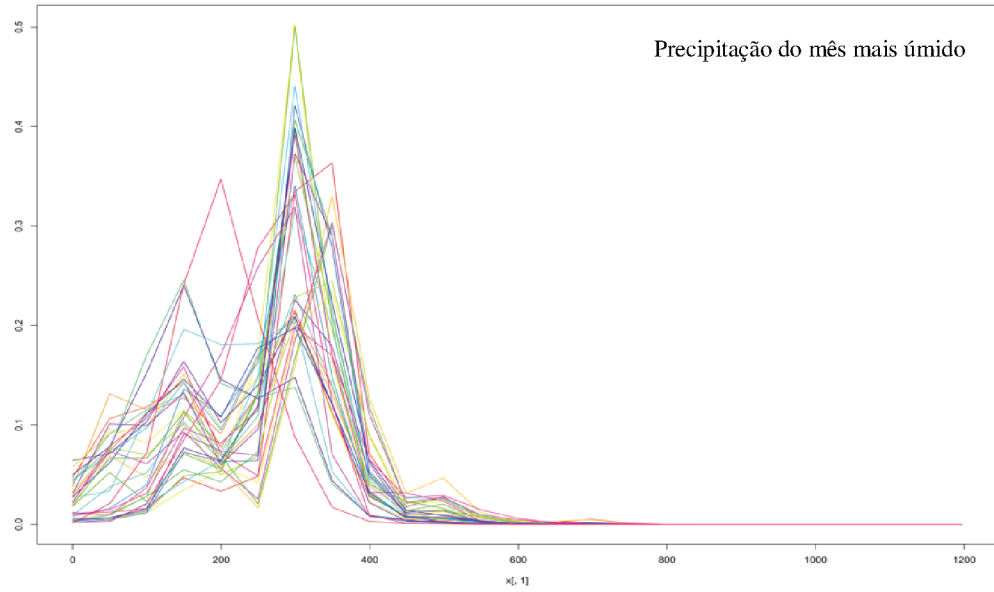
Figura 6. Perfil de ocupação de nicho das espécies amostradas do gênero *Vellozia*, separados por clados e um grado (clado 7 + *V. plicata*), por variável ambiental modelada no MAXENT.

### Clado 1 – Perfil de ocupação de nicho

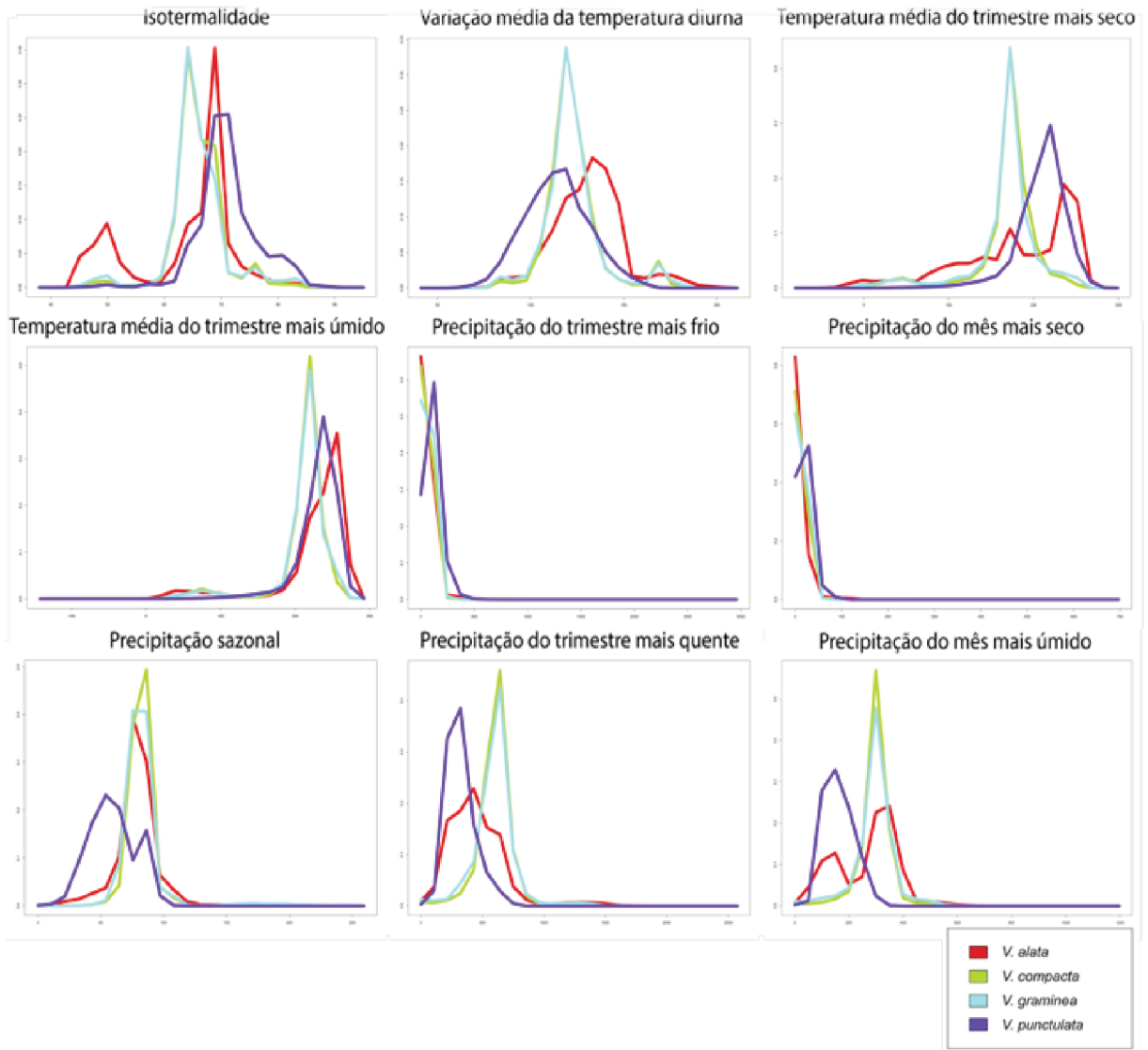




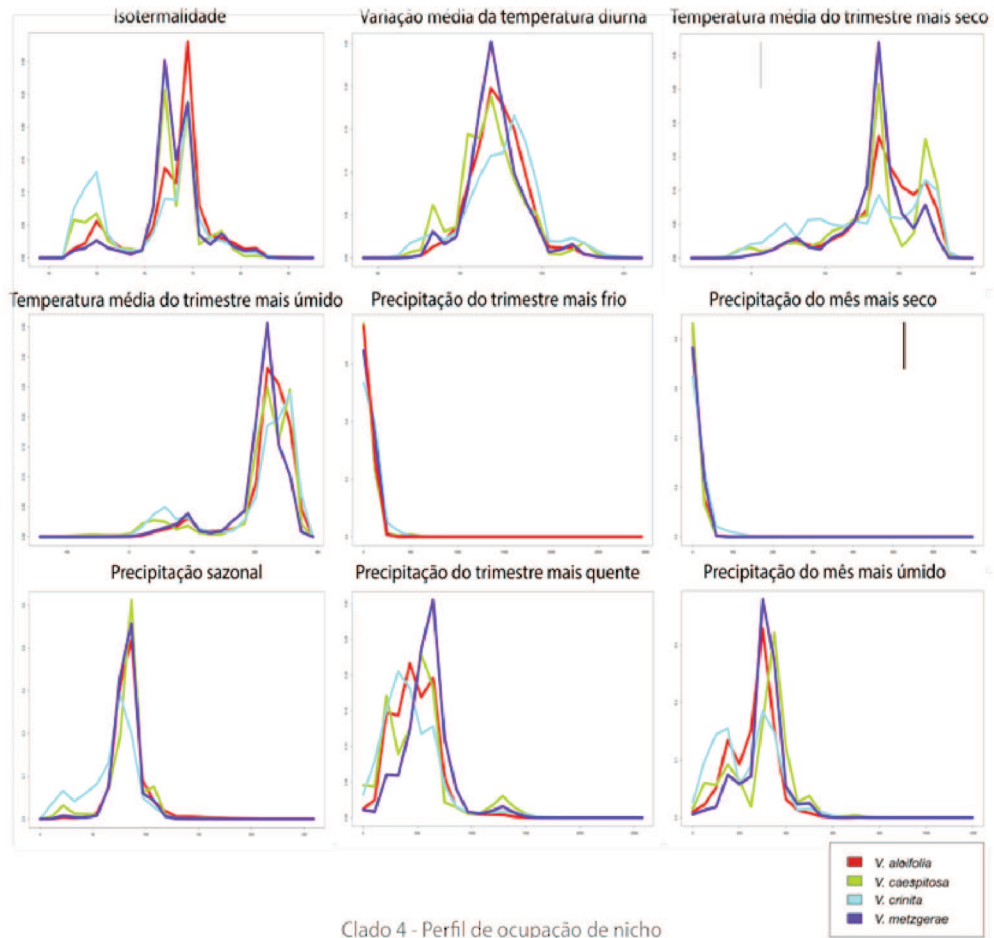




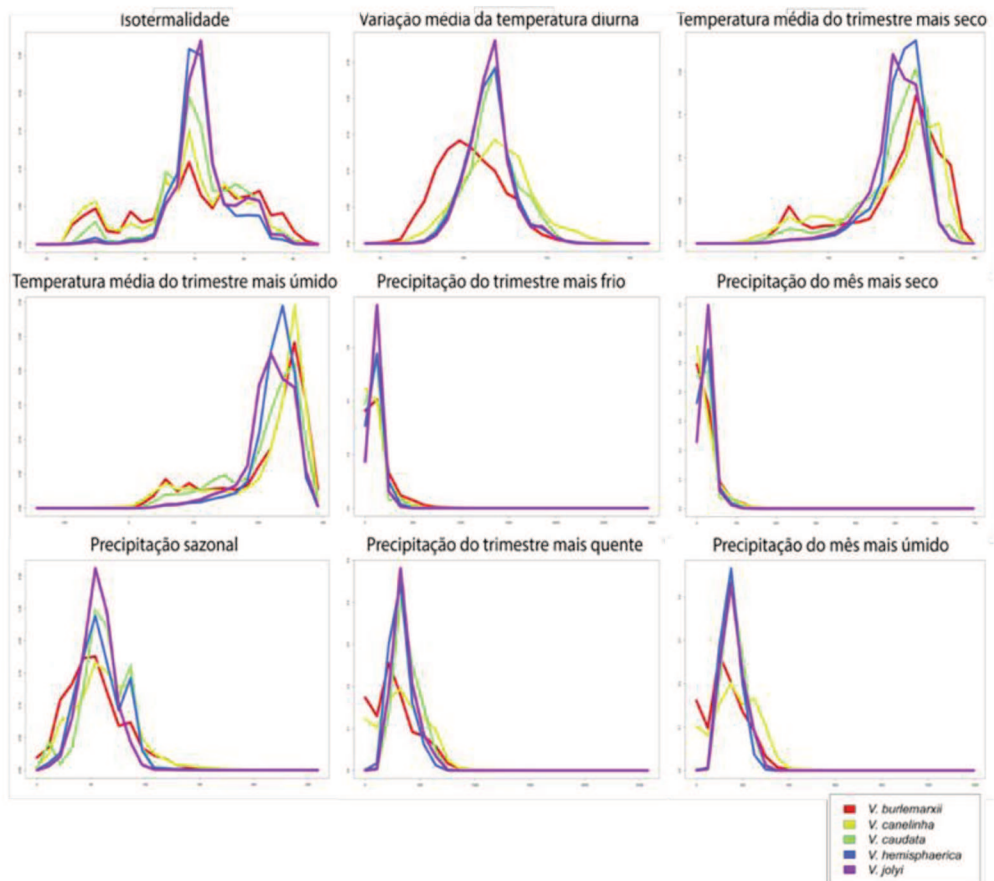
Clado 2 - Perfil de ocupação de nicho



Clado 3 - Perfil de ocupação de nicho

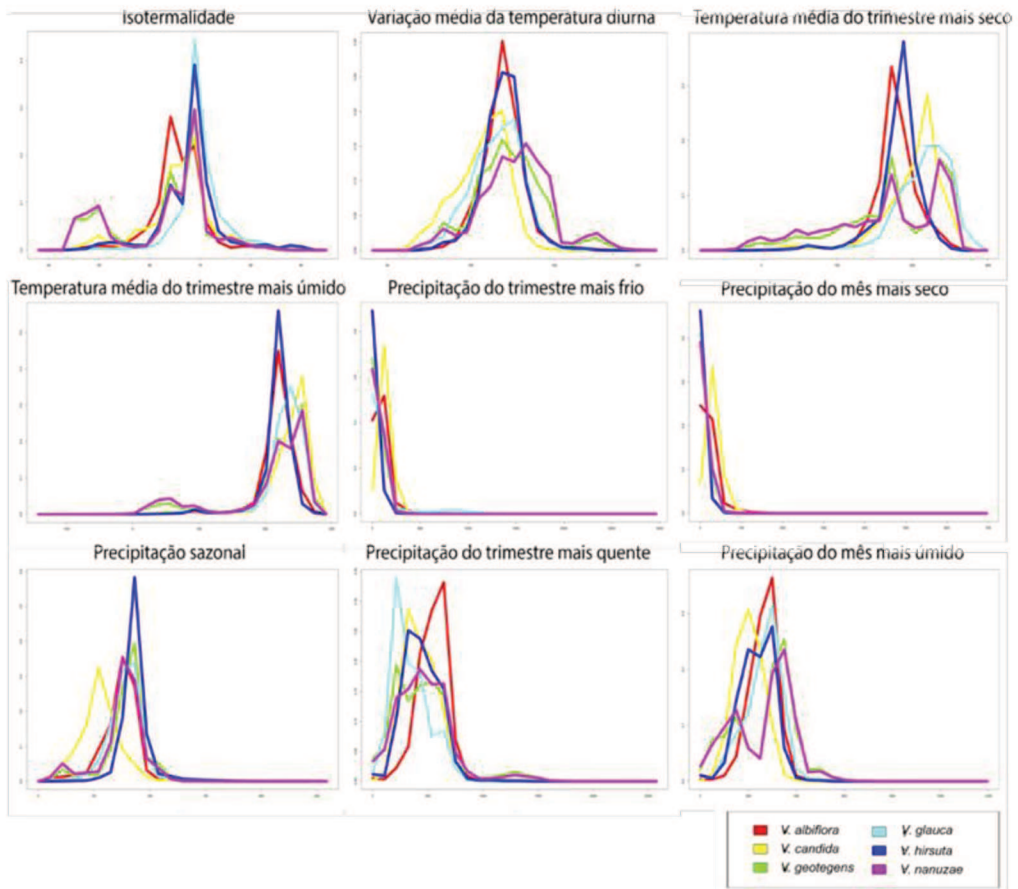


Clado 4 - Perfil de ocupação de nicho

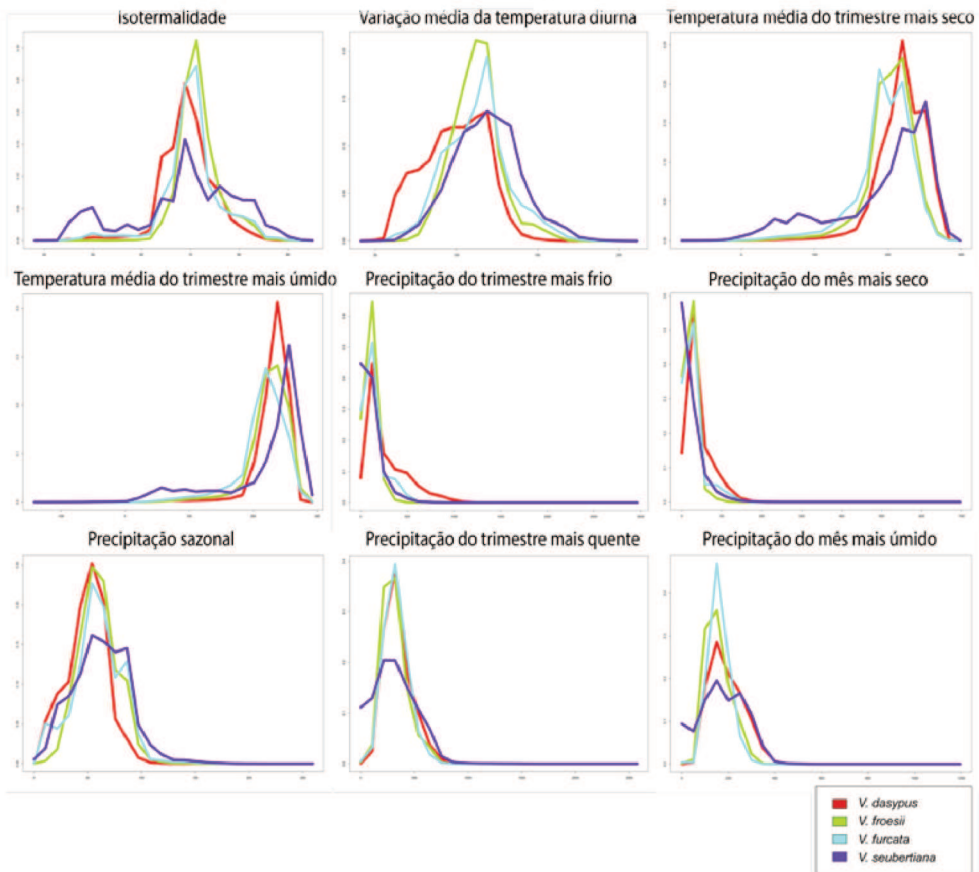




Clado 5 - Perfil de ocupação de nicho



Clado 6 - Perfil de ocupação de nicho





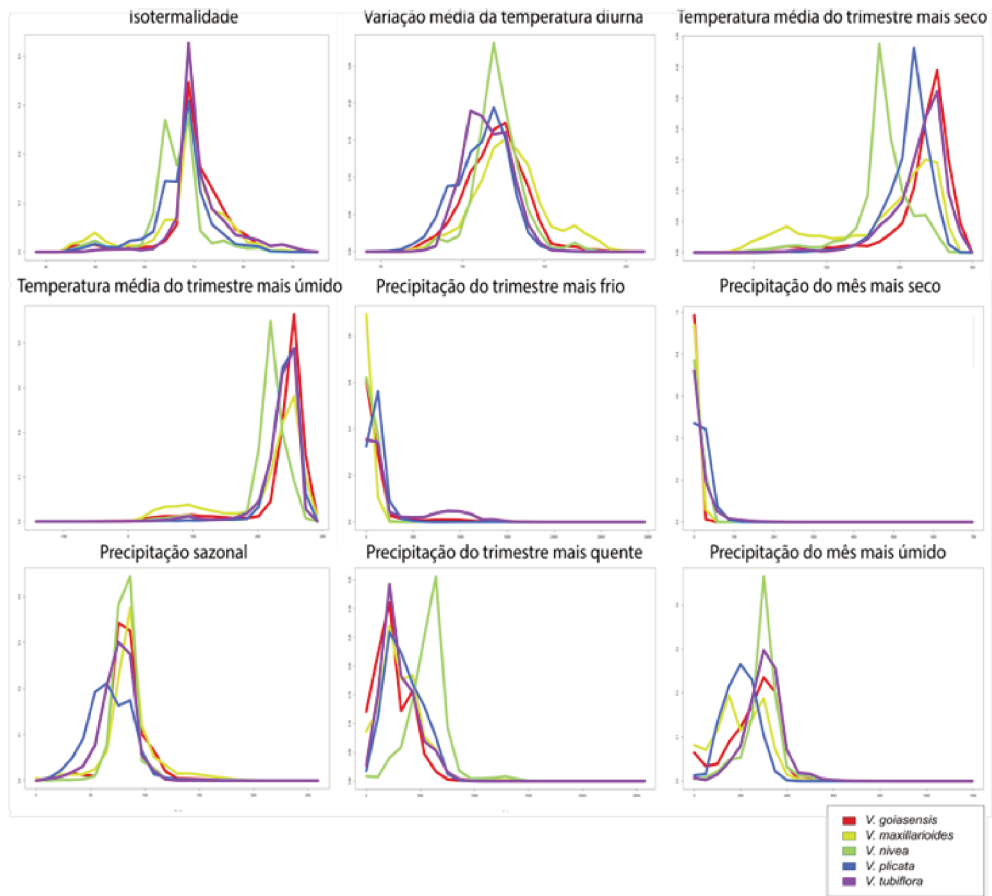
Clado 7 + *V. plicata* - Perfil de ocupação de nicho

Tabela 4. Tabela de resultados do teste de sinal filogenético de nicho entre as espécies por variável climática.

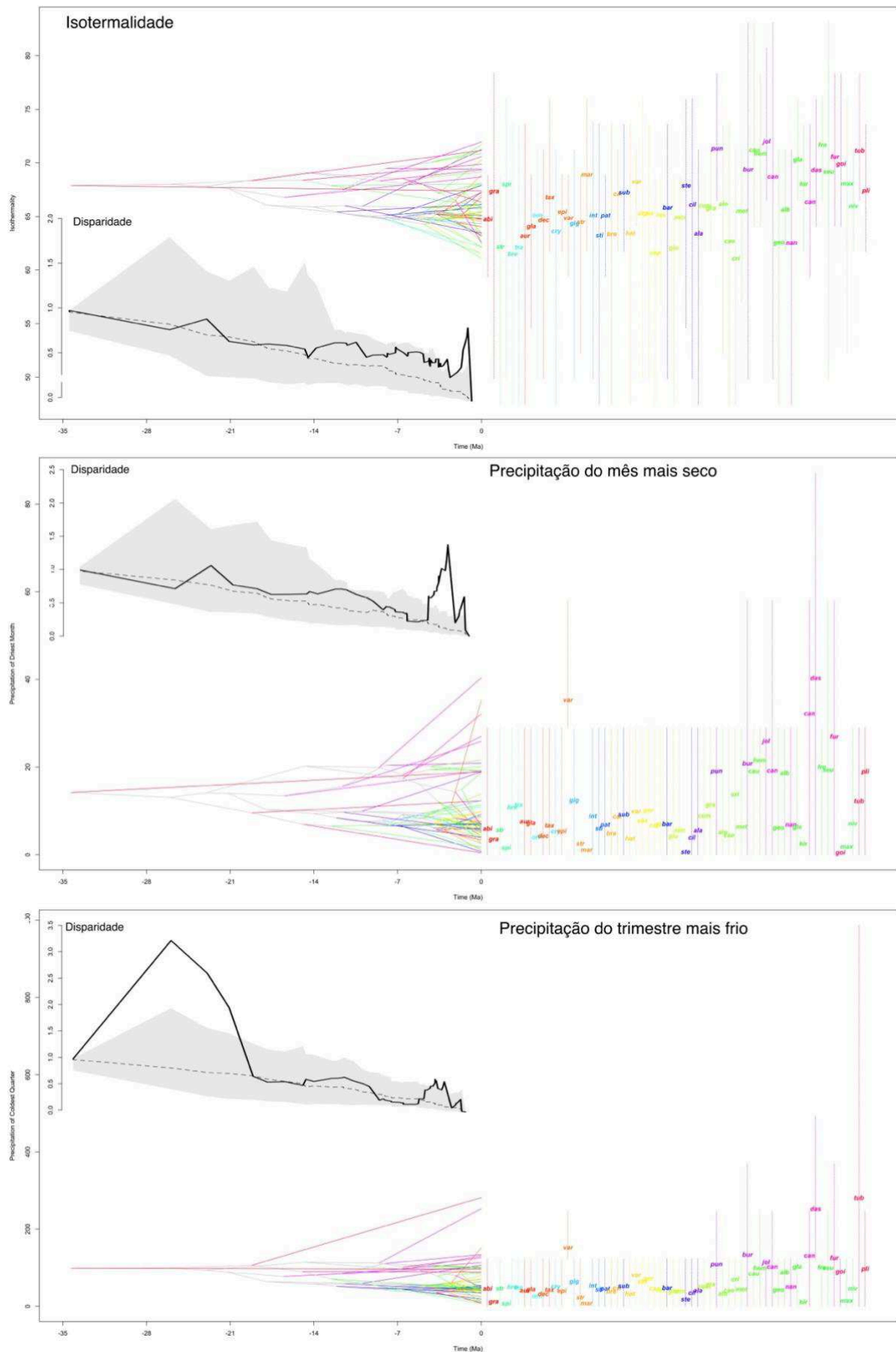
<b>Age Range Correlation</b>				
<b>Variáveis</b>	<b>Coefficiente- Intercessão</b>	<b>Coefficiente- Tempo</b>	<b>F</b> (intercessão/tempo)	<b>P</b> (intercessão/tempo)
Isotermalidade	0.757558799	-0.004608811	0.020/0.866	0.040/0.268
Varição média da temperatura diurna	0.804606475	-0.003978767	0.055/0.883	0.110/0.234
Temperatura médio do trimestre mais úmido	0.734972254	-0.003622476	0.251/0.813	0.502/0.374
Temperatura médio do trimestre mais seco	0.697939541	-0.003233109	0.094/0.764	0.188/0.472
Precipitação do mês mais úmido	0.6638265901	0.0009324063	0.167/0.452	0.334/0.904
Precipitação do mês mais seco	0.862842	-0.006896	0.038/0.819	0.076/0.362
Precipitação Sazonal	0.775516	-0.004232	0.008/0.711	0.016/0.578
Precipitação do trimestre mais quente	0.71410	-0.00473	0.102/0.820	0.204/0.360
Precipitação do trimestre mais frio	0.6638265901	0.0009324063	0.167/0.452	0.334/0.904

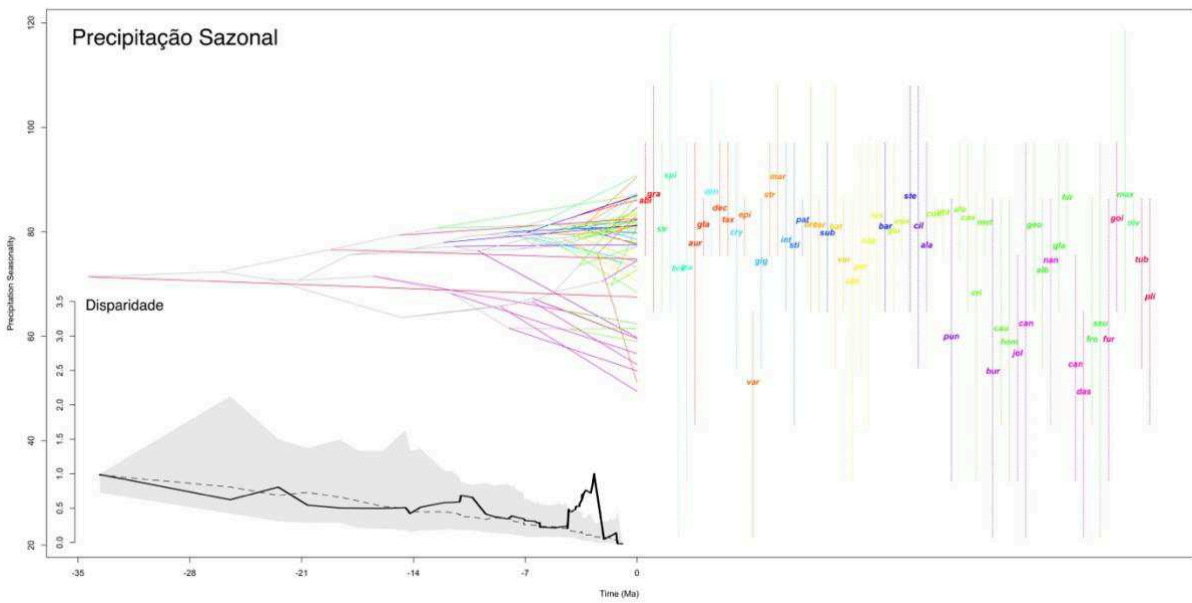
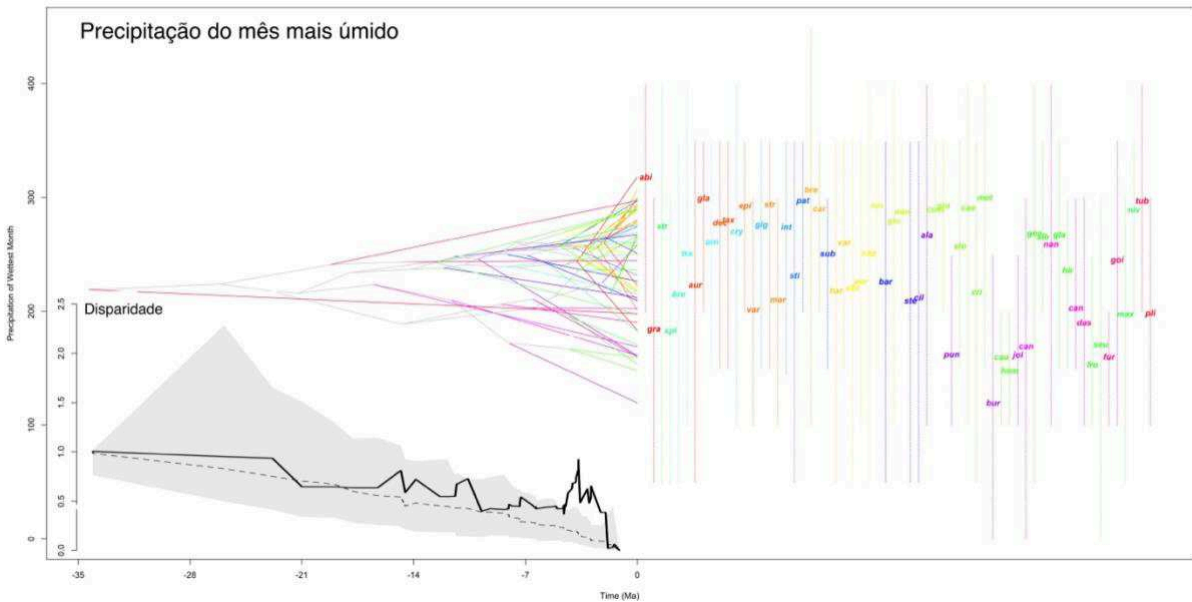
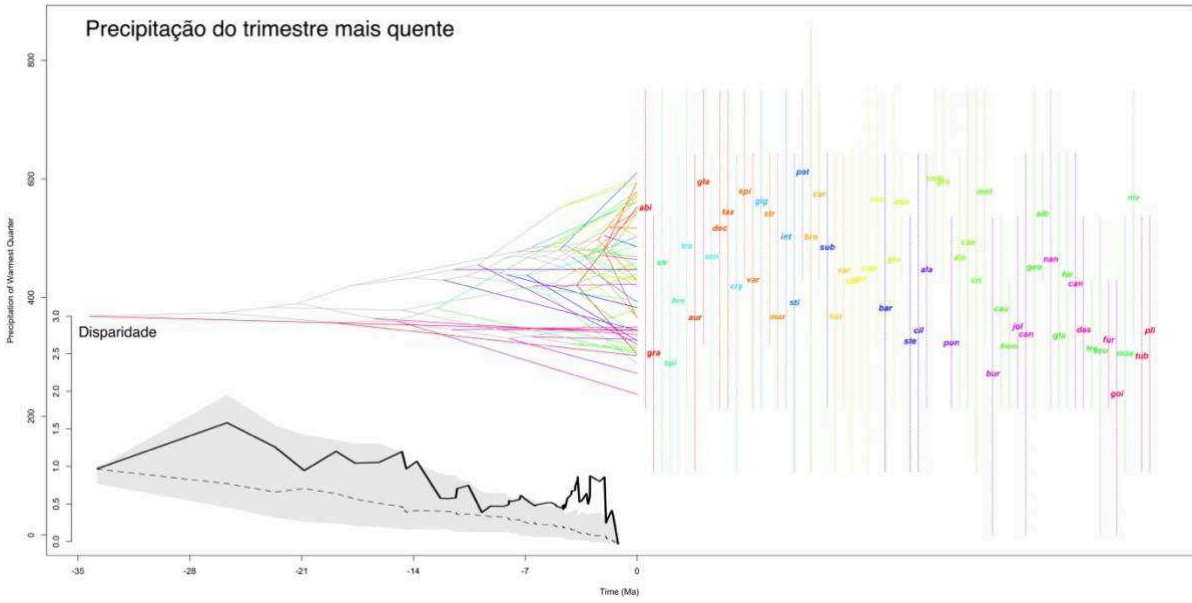
Tabela 5. Tabela com os valores de disparidade de nicho entre as espécies por variável climática.

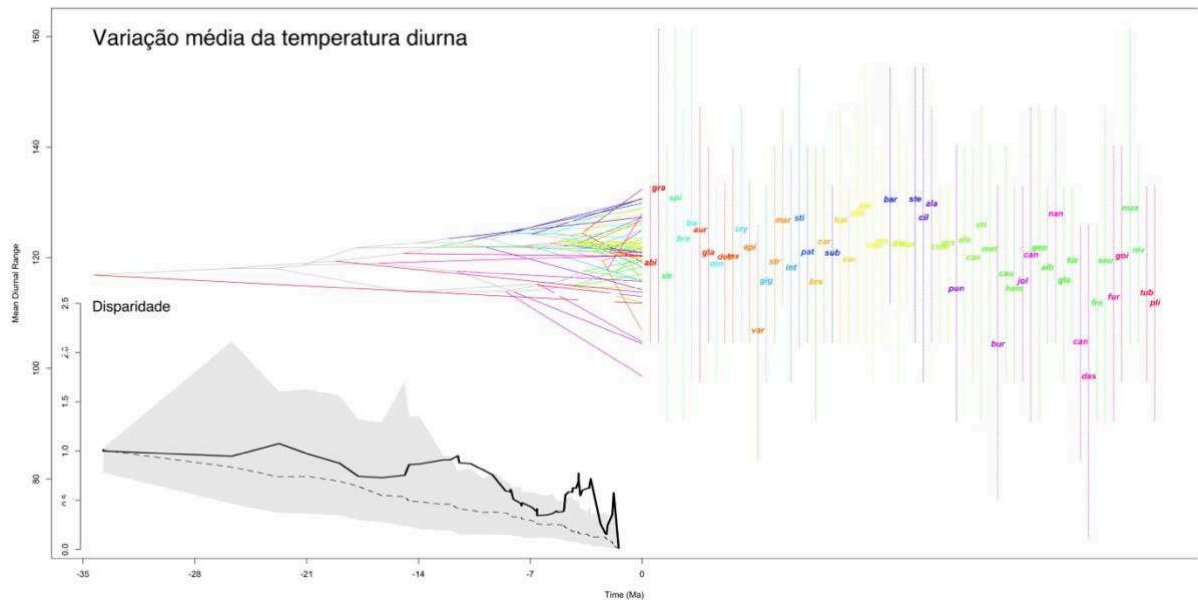
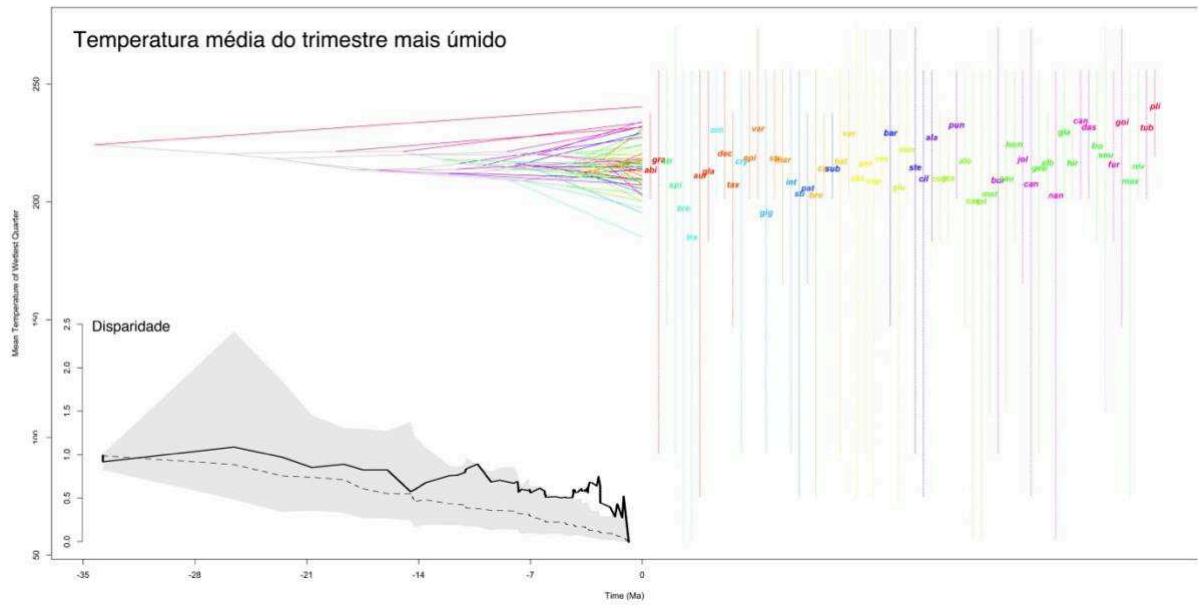
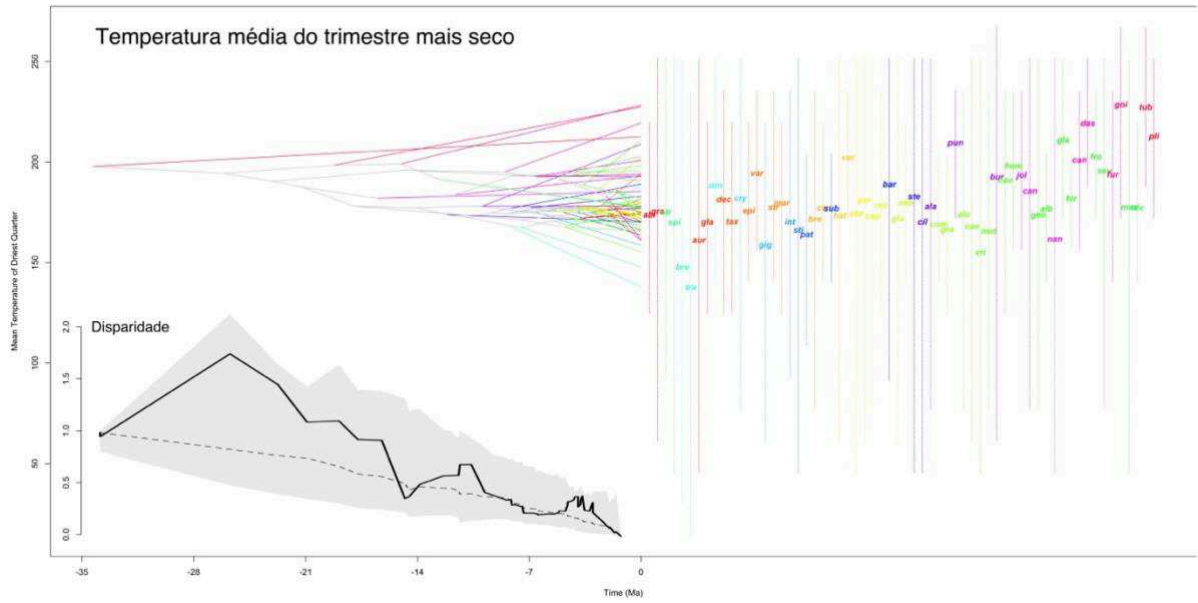
<b>Variáveis</b>	<b>MDI</b>	<b>Valor de p</b>
Isotermalidade	0.09259052	0.8548387
Varição média da temperatura diurna	0.2060731	0.9032258
Temperatura média do trimestre mais úmido	0.2071083	0.9032258
Temperatura média do trimestre mais seco	0.2833242	0.9032258
Precipitação do mês mais úmido	0.1179455	0.9032258
Precipitação do mês mais seco	0.1168266	0.9193548
Precipitação Sazonal	0.01239839	0.8709677
Precipitação do trimestre mais quente	0.4124867	1
Precipitação do trimestre mais frio	0.6346739	1

\*MDI: “*morphological disparity index*”

Figura 7. Reconstruções de nicho climático ancestral das espécies do gênero *Vellozia*, por variável ambiental.







## 5 DISCUSSÃO

Os modelos de nicho climático apresentaram um padrão geral de boa qualidade preditiva, apesar das distribuições restritas e/ou baixo esforço de amostragem de boa parte das espécies do gênero. A exceção foram os modelos das espécies com menos de dez pontos de ocorrência, que apresentam modelos com baixa capacidade de predição. É difícil definir qual é o tamanho mínimo de amostras necessárias para obter predições próxima a realidade e úteis em análises ecológicas e evolutivas. Segundo Pearson et al. (2007) os testes de jackknife com tamanho de amostras de cinco pontos, apresentaram altas taxas de sucesso e significância estatística no MAXENT, mas ao testar poucos pontos de espécies com boa amostragem, os modelos foram grandemente influenciados por exatamente quais observações foram incluídas.

Nas análises subsequentes a da modelagem de nicho, as 14 espécies com cinco a dez pontos foram mantidas, a fim de evitar comprometer a amostragem filogenética. Como o número de espécies com modelos de baixo valor de predição é pequeno (sete espécies), e o objetivo principal deste trabalho é elucidar o padrão de evolução das preferências climáticas das espécies (e não o de modelar sua distribuição espacial potencial), optei pela inclusão destas espécies de forma a tornar a reconstrução da história evolutiva do nicho climático do gênero mais robusta. Além disso, as incertezas dos modelos e a variação intra-específica das preferências climáticas foram levadas em consideração nas análises realizadas (ver material e métodos), de forma a minimizar qualquer viés decorrente da inclusão de espécies com modelos climáticos com baixo valor de predição.

Na maioria dos modelos de distribuição, regiões nos Andes apresentaram áreas com alta adequabilidade para as espécies de *Vellozia*. Esta suposta adequabilidade pode ser justificada pela similaridade climática (Ortiz-Jaureguizar & Cladera 2006), o que pode ter resultado na similaridade biótica das savanas da América do Sul (Prado & Gibbs 1993). Estudos apontam que essas regiões já estiveram ligadas durante os períodos interglaciais no quaternário (Ortiz-Jaureguizar & Cladera 2006). No entanto, a discussão dos modelos em si não apresenta grande relevância em relação a distribuição real dessas espécies e análises ecológicas (Peterson, 2009), já que os modelos de distribuição foram gerados com objetivo de obter o nicho abiótico (climaticamente determinado), o que o torna mais amplo do que o nicho realizado (que inclui o papel das interações ecológicas e dispersão das espécies). Dessa forma, o foco deste estudo foi associar o nicho climático a dimensões temporais, para inferir a

evolução das preferências climáticas das espécies estudadas (Evans et al., 2009, Knowles et al., 2007, Peterson, 2011).

Os testes de similaridade e identidade (equivalência) de nicho sugerem que a maior parte dos pares de espécies do gênero apresentam grande similaridade (uma espécie é capaz de trazer informações sobre o nicho da outra), apenas 5% não trazem essa relação. No entanto, em relação à identidade (equivalência de nicho), cerca de 30% (: 31,5% para I e 36,3% para D) dos pares apresentaram valores fora do intervalo de confiança, ou seja, possuem nichos equivalentes. Assim 68,5% para I e 63,7 para D dos pares apresentaram valores dentro do intervalo de confiança, ou seja, não possuem nichos equivalentes. Em suma, essas análises indicam que os nichos da maioria das espécies do gênero não são idênticos (equivalentes), mas são mais similares do que esperado ao acaso.

As análises de sobreposição de nicho mensurada pelos perfis de ocupação de nicho climático ocupado (PNOs) pelas espécies confirmam que os nichos climáticos não são constantes no gênero, apesar de apresentarem amplitude similares. Além disso, observa-se convergência de espécies de diferentes clados em relação ao nicho atual ocupado. Por exemplo, as espécies *V. caput-ardeae* e *V. geotegens*, que apresentaram a maior sobreposição de nicho climático detectada entre as espécies amostradas (> 90%), não são co-ocorrentes em escala local (não estão presentes nos mesmos afloramentos rochosos, por exemplo) e nem são próximas filogeneticamente (não estão no mesmo clado, Fig. 4). Já as espécies *V. compacta* e *V. graminea*, que ocorrem simpatricamente, apresentaram aproximadamente 80% de sobreposição de nicho. Em relação aos perfis de ocupação das variáveis individuais, *V. compacta* e *V. graminea* demonstram possuir apenas algumas diferenças em relação às preferências de precipitação.

No entanto, no teste de sinal filogenético não houve valores significativos indicando correlações (positiva ou negativa) para nenhuma das variáveis testadas e a distância filogenética entre as espécies. Isso indica que as diferenças observadas nos nichos climáticos não são determinadas pelas relações de parentesco entre essas linhagens (Peterson et al., 1999).

Nas análises de disparidade evolutiva, com cada uma das variáveis climáticas analisadas individualmente, há acúmulo acentuado de diferenças entre linhagens em intervalos de tempo específico ao longo da evolução do gênero, indicando um padrão não

conservado e não constante de evolução (Harmon et al. 2015). O índice MDI, apontou valores menores que 0.5 para as variáveis climáticas, menos para precipitação do trimestre mais frio com o valor de 0.634. Assim a disparidade tende a ser distribuída entre as espécies do mesmo clado, ou seja, dentro do clado (Harmon et al. 2008).

Nas análises de reconstrução de nicho ancestral, os principais resultados foram em relação a variáveis de temperatura, que apresentaram maior diferenciação em nós mais antigos, e em relação a variáveis de precipitação, com grande diversificação nos nós mais recentes (últimos cinco milhões de anos). Praticamente todas as variáveis climáticas apresentaram maior acúmulo da disparidade nos últimos 5 milhões de anos (Pleistoceno). O Pleistoceno foi marcado por uma série de períodos quentes, parecidos com o clima atual, e por períodos frios, as eras glaciais, com os períodos de transição extremamente curto entre eles (Dansgaard, 1993). Essas flutuações climáticas podem ter sido a causa do aumento da diversidade climática no grupo, além de terem possibilitado uma oportunidade ecológica para outros grupos que diversificaram-se mais recentemente nos campos rupestres (Vasconcelos et al. in review). Esse resultado corrobora aqueles obtidos por Vasconcelos et al. (in review), que data a maior parte dos eventos de especiação em linhagens de plantas dos campos rupestres aos últimos 6 milhões de anos, e é a primeira evidência de que uma linhagem dos campos rupestres tenha respondido ecologicamente às flutuações climáticas do Pleistoceno.

Em estudo com o gênero *Minaria*, Ribeiro et al. (2014) investigaram aspectos biogeográfico em relação a origem, diversidade e endemismo das espécies, no campo rupestre da Serra do Espinhaço. Os autores estimam que a *Minaria* surgiu na Serra do Espinhaço durante o Neógeno (a partir de 10 milhões de anos), aparentemente a distribuição atual reflete principalmente uma retração nas áreas de distribuição, juntamente com uma tendência geral de diminuição das temperaturas e aumento da aridez, no Quaternário. E por não possuírem mudanças morfológicas ou preferências ecológicas distintas, essas linhagens seriam mais propensas a diferenciarem-se por radiação não adaptativa (i.e., isolamento geográfico), resultando no alto endemismo de *Minaria* (Ribeiro et al. 2014). Em contraste, em *Vellozia*, a maior diferenciação entre as preferências climáticas ocorreu dentro dos clados ao invés de entre clados, conforme indicado pelas análises de disparidade evolutiva. As análises de perfil de ocorrência e a reconstrução de nicho ancestral indicam que a maior diferenciação de nicho climático está associada às espécies do clado 1, o clado mais diverso no gênero. Além disso, esse clado aparentemente está evoluindo de forma a ocupar ambientes mais frios e menos sazonais em relação às demais linhagens de *Vellozia* e em relação ao nicho ancestral ocupado,



condições climáticas que vão na contramão das condições futuras apontadas pelo IPCC (2007). Em consequência à altitude elevada em que se encontram, a ameaça do aquecimento predito pelo IPCC (2007) pode afetar diretamente a vegetação dos campos rupestres, causando uma grande perda de diversidade devido ao aumento da temperatura (Rapini et al., 2008). Como apontado Solomon et al. (2007), as mudanças climáticas são mais pronunciadas e rápidas em altas altitudes e latitudes.

O padrão de conservantismo de nicho, em que espécies mantêm características dos nichos de seus ancestrais, segundo Wiens (2004), representa a incapacidade de adaptação de uma população ao expandir sua distribuição em direção às novas condições climáticas. Vários fatores influenciam a conservação das preferências climáticas, como a seleção natural estabilizadora, a presença de fluxo gênico entre linhagens, caracteres muito conservados e ausência de variabilidade genética (Wiens e Grahan, 2005). Embora os nichos climáticos das espécies de *Vellozia* sejam bastante similares, conforme indicado pelas análises de sobreposição e similaridade de nicho, tanto a análise de sinal filogenético quanto a análise de disparidade evolutiva indicam um padrão de evolução não conservado. Assim como os resultados obtidos por Evans et. al. (2009), as análises apontaram uma heterogeneidade na evolução de nicho, e ausência de conservantismo filogenético de nicho climático, sugerindo alta capacitância (*evolvability*) e labilidade evolutiva em relação às preferências climáticas das espécies nas escalas de tempo consideradas.

## REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, S. et al. Carbon assimilation and habitat segregation in resurrection plants: a comparison between desiccation-and non-desiccation-tolerant species of Neotropical Velloziaceae (Pandanales). **Functional ecology**, v. 29, n. 12, p. 1499-1512, 2015.
- ALCANTARA, S.; REE, R. H.; MELLO-SILVA, R. Accelerated diversification and functional trait evolution in Velloziaceae reveal new insights into the origins of the campos rupestres' exceptional floristic richness. **Annals of botany**, v. 122, n. 1, p. 165-180, 2018.
- ALVES, R. J. V. Two new species of *Nanuza* (Velloziaceae) from Brazil. **Novon**, p. 12-17, 2002.
- ARAÚJO, M. B. et al. Heat freezes niche evolution. **Ecology letters**, v. 16, n. 9, p. 1206-1219, 2013.
- BEAUMONT, L. J.; HUGHES, Lesley; PITMAN, A. J. Why is the choice of future climate scenarios for species distribution modelling important?. **Ecology letters**, v. 11, n. 11, p. 1135-1146, 2008.
- BITENCOURT, C. Biogeografia das Asclepiadoideae (Apocynaceae) na Cadeia do Espinhaço: o futuro incerto dos refúgios glaciais de Campos Rupestres [MS thesis]. 2013.
- BROENNIMANN, O. et al. Measuring ecological niche overlap from occurrence and spatial environmental data. **Global ecology and biogeography**, v. 21, n. 4, p. 481-497, 2012.
- CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R.; MEIRELLES, S. T. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of "Chapada Diamantina", Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 4, p. 641-656, 2007.
- DANSGAARD, W. et al. Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record. **Nature**, v. 364, n. 6434, p. 218, 1993.

EVANS, M. EK et al. Climate, niche evolution, and diversification of the “bird-cage” evening primroses (*Oenothera*, sections *Anogra* and *Kleinia*). **The American Naturalist**, v. 173, n. 2, p. 225-240, 2008.

FAITH, D. P. Conservation evaluation and phylogenetic diversity. **Biological conservation**, v. 61, n. 1, p. 1-10, 1992.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International journal of climatology**, v. 37, n. 12, p. 4302-4315, 2017.

FITZPATRICK, B. M.; TURELLI, M. The geography of mammalian speciation: mixed signals from phylogenies and range maps. **Evolution**, v. 60, n. 3, p. 601-615, 2006.

FORZZA, R. C. et al. Lista de espécies da flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2010.

FRANKLIN, J. **Mapping species distributions: spatial inference and prediction**. Cambridge University Press, 2010.

GAFF, D. F. Desiccation tolerant plants in South America. **Oecologia**, v. 74, n. 1, p. 133-136, 1987.

GAFF, D. F. Desiccation tolerant vascular plants of Southern Africa. **Oecologia**, v. 31, n. 1, p. 95-109, 1977.

GARCÍA-NAVAS, V.; RODRÍGUEZ-REY, M.; WESTERMAN, M. Bursts of morphological and lineage diversification in modern dasyurids, a ‘classic’ adaptive radiation. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 123, n. 4, p. 782-795, 2018.

GIULIETTI, A. M. et al. Biodiversity and conservation of plants in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 632-639, 2005.

GRAHAM, C. H. et al. Integrating phylogenetics and environmental niche models to explore speciation mechanisms in dendrobatid frogs. **Evolution**, v. 58, n. 8, p. 1781-1793, 2004.

HARMON, L. J. et al. GEIGER: investigating evolutionary radiations. **Bioinformatics**, v. 24, n. 1, p. 129-131, 2007.

HARMON, L. J.; HARRISON, S. Species diversity is dynamic and unbounded at local and continental scales. **The American Naturalist**, v. 185, n. 5, p. 584-593, 2015.

HEIBL, C. ips: Interfaces to phylogenetic software in R. **Available from CRAN at [https://CRAN.R-project.org/package= ips](https://CRAN.R-project.org/package=ips)**, 2014.

HEIBL, C.; CALENGE, C. Phyloclim: integrating phylogenetics and climatic Niche modeling. R package version 0.9-4. 2013.

HIJMANS, R. J. et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 25, n. 15, p. 1965-1978, 2005.

HUTCHINSON, G. E. A Treatise on. **Limnology**, v. 1, p. 243, 1957.

JARAMILLO, C.; RUEDA, M. J.; MORA, G. Cenozoic plant diversity in the Neotropics. **Science**, v. 311, n. 5769, p. 1893-1896, 2006.

KNOWLES, L. L.; CARSTENS, B. C. Delimiting species without monophyletic gene trees. **Systematic biology**, v. 56, n. 6, p. 887-895, 2007.

LORENZEN, E. D. et al. Species-specific responses of Late Quaternary megafauna to climate and humans. **Nature**, v. 479, n. 7373, p. 359, 2011.

MARTÍNEZ-CABRERA, H I.; PERES-NETO, P. R. Shifts in climate foster exceptional opportunities for species radiation: The case of South African geraniums. **PLoS one**, v. 8, n. 12, p. e83087, 2013.

MELLO-SILVA, R. Aspectos Taxonômicos, Biogeográficos, Morfológicos das Velloziaceae de Grão-Mogol, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica**, v. 14, p. 49-79, 1995.

MELLO-SILVA, R. et al. Five vicarious genera from Gondwana: the Velloziaceae as shown by molecules and morphology. **Annals of Botany**, v. 108, n. 1, p. 87-102, 2011.

MELLO-SILVA, R. Morphological analysis, phylogenies and classification in Velloziaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 148, n. 2, p. 157-173, 2005.

MELLO-SILVA, R. Three new combinations in Barbacenia (Velloziaceae). **Neodiversity**, v. 3, p. 1-2, 2008.

MELLO-SILVA, R.; MONTSERRAT, L. Depicting Barbacenia flava and Vellozia intermedia with a short history of illustrated Velloziaceae. **Kew bulletin**, v. 70, n. 2, p. 22, 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa nº 6 de 23 de setembro de 2008. **Diário Oficial da União**, v. 185, n. Seção 1, 2008.

MIRANDA, M. D. Modelos de distribuição de espécies de vellozia (Velloziaceae) endêmicas da Cadeia do Espinhaço e o efeito amostral sobre os mapas preditivos. **Tese**, UFMG, 2012.

NAIMI, B. usdm: Uncertainty analysis for species distribution models. **R package version**, v. 1, p. 1-12, 2015.

NEIGE, P.. **Les événements d'augmentation de la biodiversité: Radiations évolutives dans le registre fossile**. ISTE editions, 2015.

NOGUÉS-BRAVO, D. et al. Climate predictors of late Quaternary extinctions. **Evolution: International Journal of Organic Evolution**, v. 64, n. 8, p. 2442-2449, 2010.

NORI, J. et al. Climate change and American bullfrog invasion: what could we expect in South America?. **PloS one**, v. 6, n. 10, p. e25718, 2011.

OGBURN, R. M.; EDWARDS, E. J. Life history lability underlies rapid climate niche evolution in the angiosperm clade Montiaceae. **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 92, p. 181-192, 2015.

OLIVEIRA, H. R.; CASSEMIRO, F. AS. Potential effects of climate change on the distribution of a Caatinga's frog *Rhinella granulosa* (Anura, Bufonidae). **Iheringia. Série Zoologia**, v. 103, n. 3, p. 272-279, 2013.

OLIVEIRA, R. S.; DAWSON, T. E.; BURGESS, S. SO. Evidence for direct water absorption by the shoot of the desiccation-tolerant plant *Vellozia flavicans* in the savannas of central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, n. 5, p. 585-588, 2005.

ORTIZ-JAUREGUIZAR, E.; CLADERA, G. A. Paleoenvironmental evolution of southern South America during the Cenozoic. **Journal of Arid Environments**, v. 66, n. 3, p. 498-532, 2006.

PEARSON, R. G. et al. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. **Journal of biogeography**, v. 34, n. 1, p. 102-117, 2007.

PEARSON, R. G.; DAWSON, T. P. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful?. **Global ecology and biogeography**, v. 12, n. 5, p. 361-371, 2003.

PETERSON, A. T. et al. A global distributed biodiversity information network: building the world museum. **BULLETIN-BRITISH ORNITHOLOGISTS CLUB**, v. 123, p. 186-196, 2003.

PETERSON, A. T. et al. **Ecological niches and geographic distributions (MPB-49)**. Princeton University Press, 2011.

PETERSON, A. T. perspective: Phylogeography is not enough: The need for multiple lines of evidence. **frontiers of biogeography**, v. 1, n. 1, 2009.

PETERSON, A. T.; SOBERÓN, J.; SÁNCHEZ-CORDERO, V. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. **Science**, v. 285, n. 5431, p. 1265-1267, 1999.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological modelling**, v. 190, n. 3-4, p. 231-259, 2006.

PHILLIPS, S. J.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE, R. E. A maximum entropy approach to species distribution modeling. In: **Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning**. ACM, p. 83., 2004.

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 902-927, 1993.

RAPINI, A. et al. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 16-24, 2008.

RAPINI, A. et al. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 16-24, 2008.

RIBEIRO, M. S. L. et al. Potential suitable areas of giant ground sloths dropped before its extinction in South America: the evidences from bioclimatic envelope modeling. **Natureza & Conservação**, 10, 145-151. 2012.

RIBEIRO, Patricia Luz et al. Plant diversification in the Espinhaço Range: insights from the biogeography of *Minaria* (Apocynaceae). **Taxon**, v. 63, n. 6, p. 1253-1264, 2014.

SCHNEIDER, H. et al. Rapid radiations and neoendemism in the Madagascan biodiversity hotspot. In: **Evolution in Action**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. p. 3-15.

SOBERÓN, J.; PETERSON, T. Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 359, n. 1444, p. 689-698, 2004.

SOBERÓN, J.. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. **Ecology letters**, v. 10, n. 12, p. 1115-1123, 2007.

SOLOMON, S. IPCC (2007): climate change the physical science basis. In: **AGU Fall Meeting Abstracts**. 2007.

TEAM, R. Core et al. R: A language and environment for statistical computing. 2017.

TROVO, M.; SANO, P. T. Taxonomic survey of *Paepalanthus* section *Diphyomene* (Eriocaulaceae). **Phytotaxa**, v. 14, n. 49-55, 2010.

VAN DER VAART, A. W. **Asymptotic statistics**. Cambridge university press, 2000.

VARELA, S. et al. Were the Late Pleistocene climatic changes responsible for the disappearance of the European spotted hyena populations? Hindcasting a species geographic distribution across time. **Quaternary Science Reviews**, v. 29, n. 17-18, p. 2027-2035, 2010.

VASCONCELOS et al. Rapid and recent species diversification characterize montane floras despite the age of the landscape. **In review**.

WARNES, G. R. et al. Package 'gtools'. 2018.

WARREN, D. L.; GLOR, R. E.; TURELLI, M. Environmental niche equivalency versus conservatism: quantitative approaches to niche evolution. **Evolution: International Journal of Organic Evolution**, v. 62, n. 11, p. 2868-2883, 2008.



WERNECK, F. P. et al. Climatic stability in the Brazilian Cerrado: implications for biogeographical connections of South American savannas, species richness and conservation in a biodiversity hotspot. **Journal of Biogeography**, v. 39, n. 9, p. 1695-1706, 2012.

WIENS, J. J. Speciation and ecology revisited: phylogenetic niche conservatism and the origin of species. **Evolution**, v. 58, n. 1, p. 193-197, 2004.

WIENS, J. J.; GRAHAM, Catherine H. Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.**, v. 36, p. 519-539, 2005.

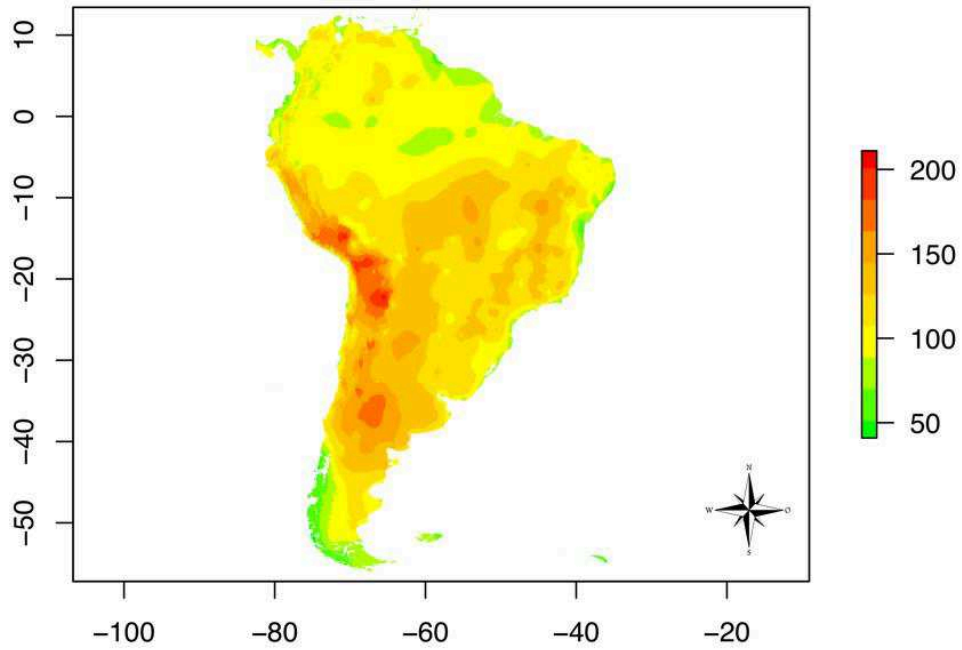
WWF-BRASIL, ICMBio. Efetividade da Gestão das Unidades de Conservação Federais do Brasil Resultados de 2010. **WWF, Brasília**, v. 72, 2012.

ZUUR, A. F.; IENO, E. N.; ELPHICK, C. S. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. **Methods in ecology and evolution**, v. 1, n. 1, p. 3-14, 2010.

## ANEXO A

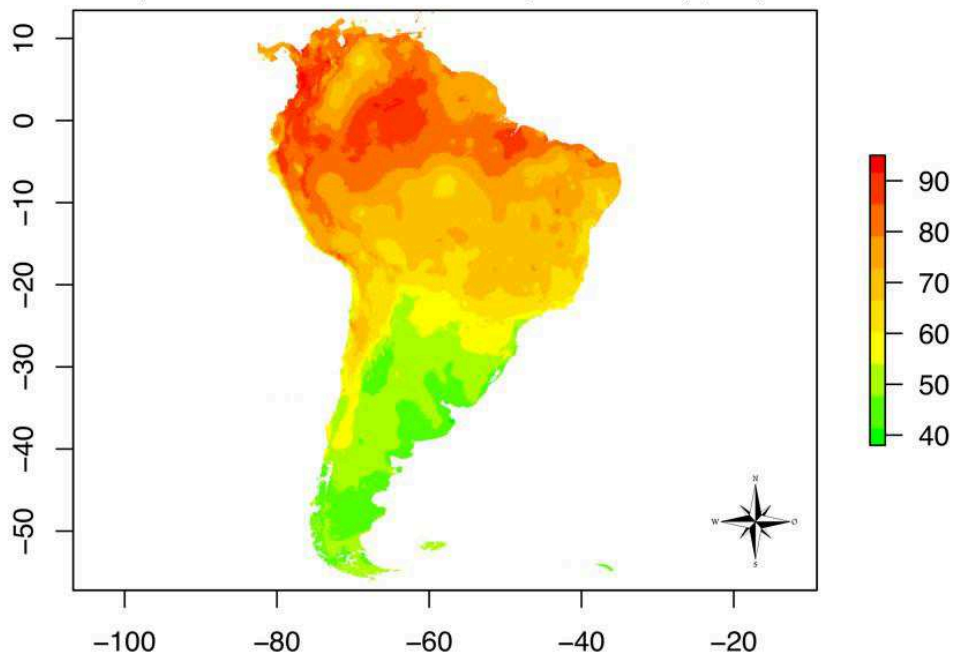
Variáveis climáticas utilizadas nos modelos.

Média da faixa diurna (Média por mês (max temp - min temp))

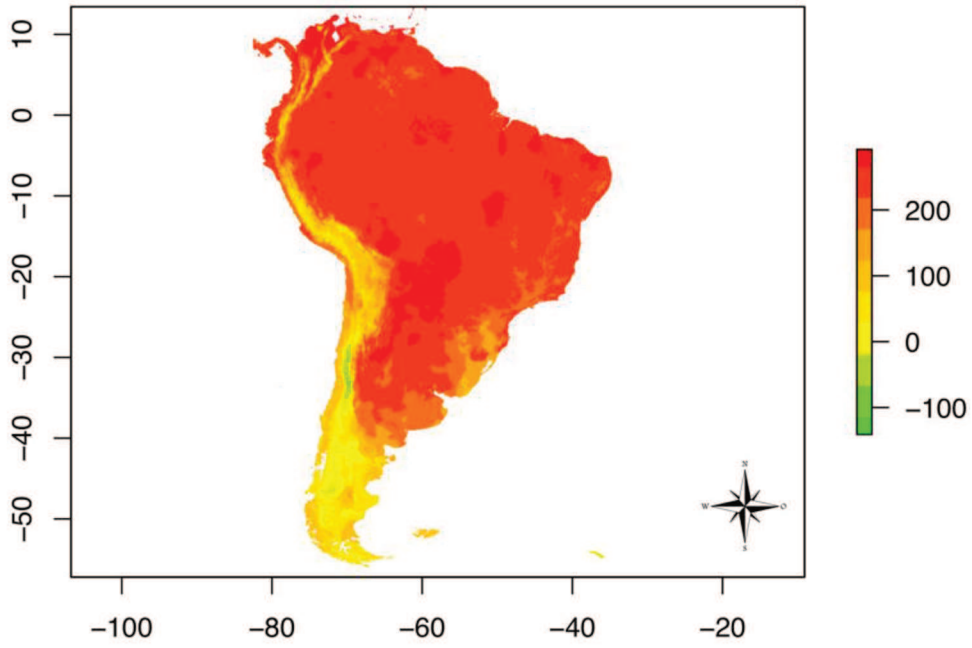


Isotermalidade

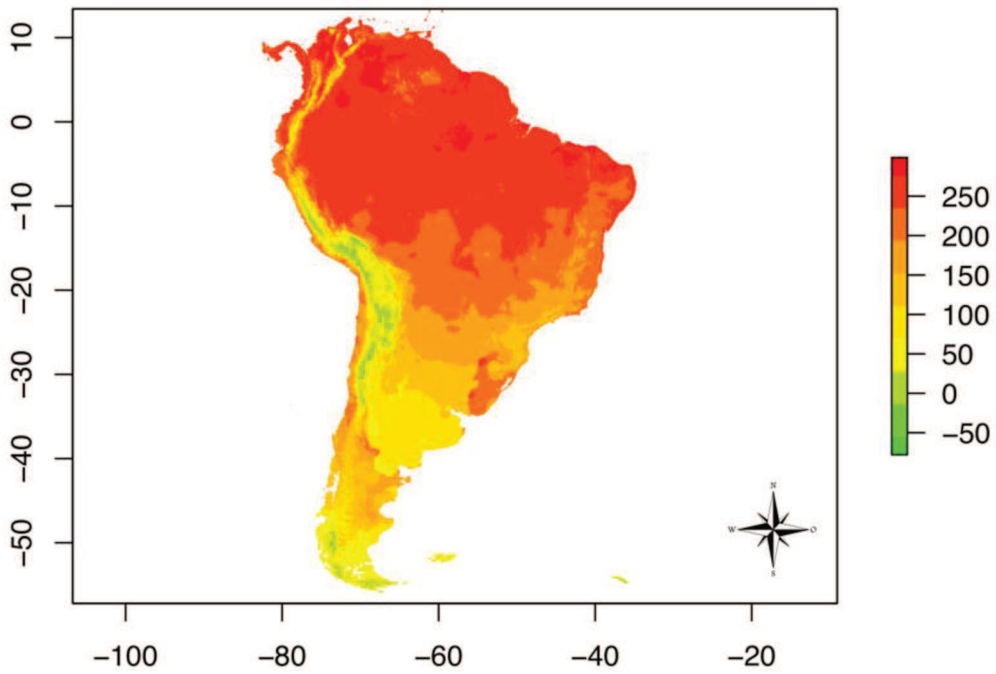
(Média da faixa diurna / Taxa de Temperatura Anual) (\*100)



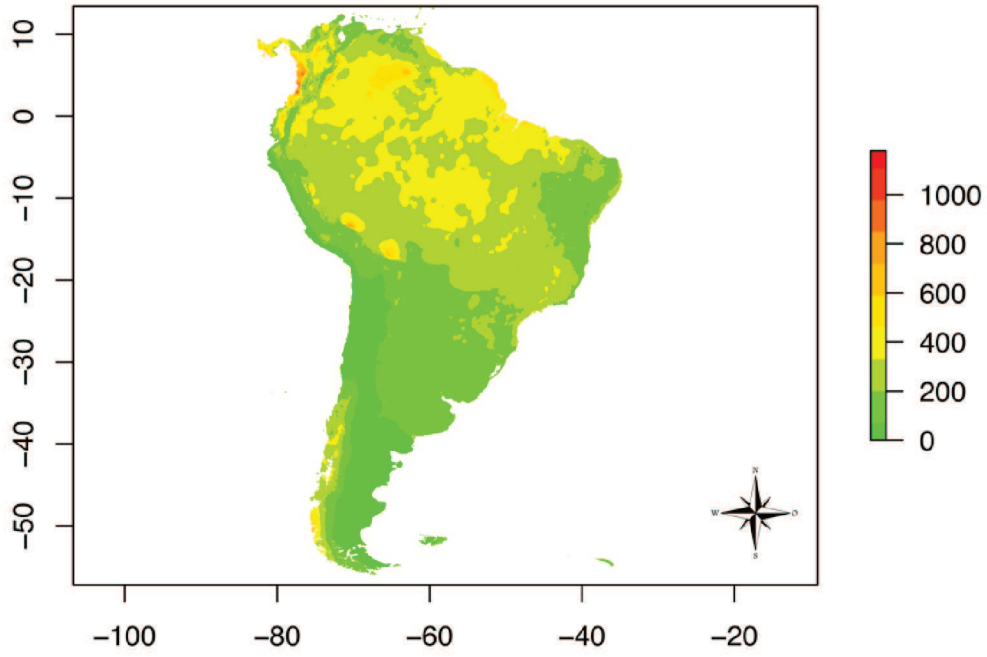
Temperatura média do trimestre mais úmido



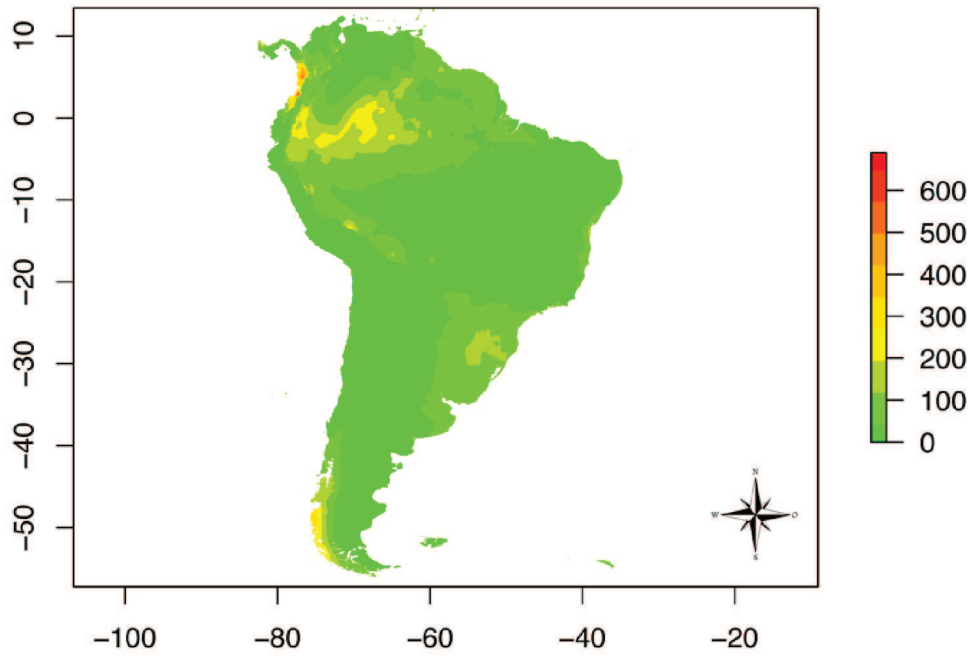
Temperatura média do trimestre mais seco



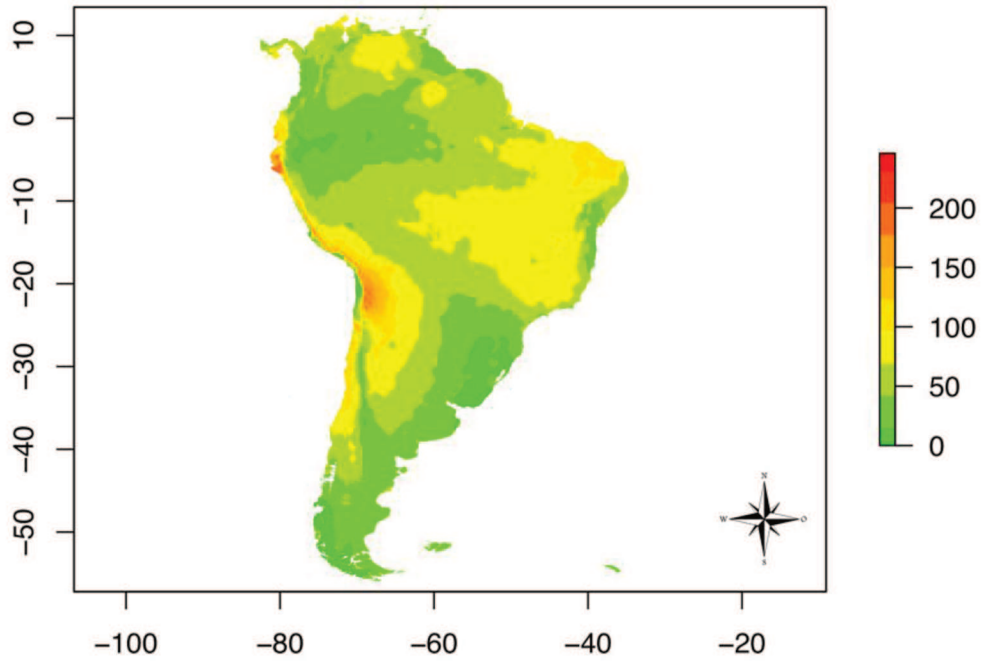
Precipitação do mês mais úmido



Precipitação do mês mais seco



Precipitação Sazonal (Coeficiente de Variação)



Precipitação do trimestre mais quente

