



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

***MANIHOT* MILL. (EUPHORBIACEAE): ESTUDOS
TAXONÔMICOS E FILOGENÉTICOS**

J. MOISES MENDOZA F.

Brasília, DF

Outubro 2018



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

***MANIHOT* MILL. (EUPHORBIACEAE): ESTUDOS TAXONÔMICOS E FILOGENÉTICOS**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Botânica do Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília (UnB) como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Doutor em Botânica

Aluno: *J. MOISES MENDOZA F.*

Orientadora: Dra. TACIANA BARBOSA CAVALCANTI

Brasília, DF

Outubro 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

MM539m Mendoza Flores, Jeronimo Moises
 MANIHOT MILL. (EUPHORBIACEAE): ESTUDOS TAXONÔMICOS E
 FILOGENÉTICOS / Jeronimo Moises Mendoza Flores; orientador
 Taciana Barbosa Cavalcanti. -- Brasília, 2018.
 164 p.

 Tese (Doutorado - Doutorado em Botânica) -- Universidade
 de Brasília, 2018.

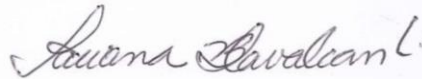
 1. inflorescências. 2. filogenia molecular. 3.
 taxonomia. 4. Cerrado. 5. endemismo. I. Barbosa Cavalcanti,
 Taciana, orient. II. Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

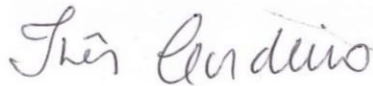
**MANIHOT MILL. (EUPHORBIACEAE): ESTUDOS
TAXONÔMICOS E FILOGENÉTICOS**

J. MOISES MENDOZA F.


Esta tese foi julgada adequada para obtenção do Título de Doutor em Botânica, e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade de Brasília.



Dra. *Taciana Barbosa Cavalcanti*, Embrapa/Cenargen
Presidente da Banca (Orientadora)



Dra. *Inês Cordeiro*, Instituto de Botânica da Secretaria de Agricultura, SP
Membro Titular



Dra. *Adriana L. Ribeiro de Oliveira*, Serviço Florestal Brasileiro, SFB
Membro Titular



Dra. *Regina Célia de Oliveira*, Departamento de Botânica, UnB
Membro suplente

Data da Defesa: 03 outubro de 2018

DEDICATÓRIA

A mi Madre: *Felipa Flores de Mendoza*

Un vivo ejemplo de constancia e perseverancia,
y así me enseñó que con esfuerzo e dedicación, puedo
salir victorioso de todas las pruebas y lograr de las metas su realidad.

A Mis hermanos:

Sandra Mery, Damian Samuel e Eva Lucia Mendoza Flores

Que compartimos tantos y tan variados momentos
de: alegrías, tristezas y festejos no podían faltar.

Este nuevo triunfo, lo comparto con ustedes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que habita no meu coração, guia meus passos, brindam a fortaleza para sempre continuar até o final.

À imbatível equipe de trabalho de campo (PBE, Embrapa/Cenargen), que tive a honra de conhecer e compartilhar tantas aventuras no cerrado Brasileiro: Talita S. Reis, Joao B. A. Bringel, Thalysa K. M. Arquelão, sem esquecer de Aecio Amaral Santos.

A Nayra Nascimento Bomfim e sua família, pelo permanente apoio e amizade que me brindaram, acolheram-me num ambiente familiar desde a minha chegada à Brasília fazendo muito mais grata minha estadia no Brasil. Muito obrigado cara amiga.

Um especial agradecimento para Dras. Regina Celia de Oliveira e Cássia Munhoz, por sua orientação permanente, dedicação e disponibilidade para ajudar na minha formação tanto acadêmica como em atividades de campo.

A Peter W. Inglis e Lorena da Mata, (Laboratório de Genética Vegetal, Embrapa/Cenargen), por todos ensinamentos compartilhados e especialmente pela paciência durante os mais de dois anos da etapa de laboratório, muito obrigado e continuem com o mesmo espírito de ajuda.

A todo o pessoal técnico e administrativo dos Herbários CEN e UB, particularmente ao Bruno Machado Teles Walter por me ajudar nos assuntos logísticos e por abrir-me a sua amizade. Faço extensivo este agradecimento a todos e cada um dos curadores e pessoal técnico nos diferentes herbários da Bolívia, Brasil e Estados Unidos, que tive o prazer de visitar e revisar os materiais de *Manihot*, grato pela ajuda e conforto proporcionado.

Ao Laboratório de Genética Vegetal (Embrapa/Cenargen) e todo seu pessoal, pela possibilidade de me treinar no campo da genética molecular e poder realizar parte importante desta tese, muito obrigado pelo conforto e amizade com que cada um me brindou.

Ao projeto “Conservação de Recursos Genéticos Nativos e Parentes Silvestres da Flora do Cerrado” (Processo CNPq 457438/2012-6), na pessoa de Marcelo F. Simon, pelo suporte financeiro de trabalho de campo e estudo dos espécimes nos principais herbários brasileiros. Também agradeço ao Marcelo pela sua amizade e confiança demonstrada em todo momento, muito obrigado parceiro de pesquisa.

A CAPES pela bolsa concedida por intermédio do PPG-Botânica (nº 702643541-84) que possibilitou minha permanência e os estudos de pós-graduação em Brasília, Brasil.

À minha orientadora, Dra. Taciana B. Cavalcanti, pela confiança que me brindou desde o primeiro dia em que a conheci, a honra de tê-la como Orientadora, seus oportunos ensinamentos e orientações que fizeram possível a culminação do presente trabalho.

Um especial e sincero agradecimento à: Ivonne Adriana Eduardo Palma, quem apesar da distância, brindou-me com o seu permanente apoio através das suas notas (e-mails) ou conversas, nutrindo-me de forças e energias para continuar neste projeto, que hoje fecha com sucesso. Muito obrigado por todo o seu carinho e dedicação, e apesar de tudo continuamos na luta e sempre para frente.

Muito obrigado a todos e que a pesquisa continue....
Muchas gracias a todos y que la investigación continúe....

RESUMO GERAL

***Manihot* Mill. (Euphorbiaceae): Estudos taxonômicos e filogenéticos.**

(MENDOZA F., J. MOISES; Doutorado em Botânica. 2018)

Nesta tese são apresentados estudos taxonômicos e filogenéticos para o gênero Neotropical *Manihot*. O estudo foi baseado no exame detalhado de materiais de herbários nacionais e internacionais, análises de materiais-tipo, descrições originais e intensiva observação de populações no campo. No capítulo 1 é apresentada a descrição e ilustração da arquitetura das inflorescências de *Manihot*, além de terminologia atual para esclarecer a variedade de termos equivocados utilizados até o momento para o gênero. O padrão básico encontrado foi o botrioide. O capítulo 2 apresenta uma sinopse taxonômica das espécies de *Manihot* de folhas não-lobadas, um grupo artificial definido para realizar o estudo taxonômico e tipificações. Neste grupo são reconhecidas 18 espécies e seis lectótipos são designados. No capítulo 3 a filogenia de *Manihot* é apresentada com base em quatro marcadores moleculares, 443 amostras que correspondem a 190 táxons, que incluíram a representação de todos os biomas e distribuição natural do gênero no continente americano. A árvore concatenada apresentou clados fortemente associados a padrões geográficos e influenciados pela topografia montanhosa, e sem evidenciar relações morfológicas mais evidentes, exceto por um grupo de espécies escandentes de bordas de florestas. As espécies do extremo sul de distribuição do gênero se posicionaram como grupo-irmão do clado das espécies da América do Sul. A região da Chapada dos Veadeiros destaca-se no Cerrado como um clado que representa a principal radiação que ocorreu no bioma, onde se verifica alto nível de endemismo. As seções taxonômicas baseadas principalmente em tipos de hábito e caracteres morfológicos das folhas são polifiléticas.

Palavras-chave: inflorescências, filogenia molecular, taxonomia, Cerrado, endemismo

RESUMEN GENERAL

***Manihot* Mill. (Euphorbiaceae): Estudios taxonómicos y filogenéticos.**

(MENDOZA F., J. MOISES; Doctorado en Botánica. 2018)

Se presentan estudios taxonómicos y filogenéticos para el género Neotropical *Manihot*. El estudio fue basado en el examen detallado de especímenes de herbarios nacionales e internacionales, análisis de muestras-tipo, descripciones originales e intensiva observación de poblaciones en campo. En el capítulo 1 es presentado la descripción e ilustración de la arquitectura de las inflorescencias de *Manihot*, además de terminología actual para esclarecer la variedad de términos equivocados utilizados hasta el momento para el género. El padrón básico encontrado fue el botrioide. El capítulo 2 presenta una sinopsis taxonómica de las especies de *Manihot* con hojas no-lobadas, un grupo artificial definido para realizar el estudio taxonómico y tipificaciones. En este grupo son reconocidas 18 especies y seis lectotipos son designados. En el capítulo 3 la filogenia de *Manihot* es presentada, con base en cuatro marcadores moleculares, 443 muestras que corresponden a 190 taxones, que incluyo la representación de todos los biomas y distribución natural del género en el continente Americano. El árbol concatenado presentó clados fuertemente asociados a padrones geográficos e influenciados por la topografía montañosa, y sin evidenciar relaciones morfológicas evidentes, excepto por un grupo de especies escandentes del borde de bosque. Las especies del extremo sur de distribución del género se posicionaron como grupo-hermano del clado de las especies de América del Sul. La región de la Chapada dos Veadeiros se destaca en el Cerrado como un clado que presenta la principal radiación que ocurrió en el bioma, donde se verifica alto nivel de endemismo. Las secciones taxonómicas basadas principalmente en tipos de hábito y caracteres morfológicos de las hojas son polifiléticas.

Palabras-clave: inflorescencias, filogenia molecular, taxonomía, Cerrado, endemismo.

GENERAL ABSTRACT

***Manihot* Mill. (Euphorbiaceae): Taxonomic and phylogenetic studies.**

(MENDOZA F., J. MOISES; Doctorate in Botany. 2018)

Taxonomic and phylogenetic studies for the Neotropical genus *Manihot* are presented. The study was based on detailed examination of national and international herbarium materials, analyses of type-materials, original descriptions and intensive observation of populations in the field. Chapter 1 presents the description and illustration of the *Manihot* inflorescence, as well as current terminology to clarify the variety of misused terms used so far for the genus. The basic pattern found was botryoid pattern. Chapter 2 presents a taxonomic synopsis of *Manihot* species with non-lobed leaves, an artificial group defined to perform the taxonomic study and typifications. In this group, 18 species are recognized and six lectotypes are designated. In Chapter 3 the phylogeny of *Manihot* is presented based on four molecular markers, 443 samples that correspond to 190 taxa, which included the representation of all the biomes and the natural distribution of the genus in the American continent. The concatenated tree presented clades strongly associated to geographic patterns and influenced by the mountainous topography, and without evidencing morphological relations, except by a group of scandent species, which inhabits edges of forests. The southernmost species of the genus positioned as a sister clade of the South American species clade. The region of Chapada dos Veadeiros (Goiás state, Brazil) stands out in the Cerrado as a clade that represents the main radiation in the biome, where high level of endemism occurs. The taxonomic sections based mainly on habit types and leaf morphological characters are polyphyletic.

Key-words: inflorescences, molecular phylogeny, taxonomy, Cerrado, endemism.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE MANIHOT NO BIOMA CERRADO	1
DIVERSIDADE DE ESPÉCIES NO GÊNERO MANIHOT	2
1. CAPÍTULO I:	17
ARQUITETURA DAS INFLORESCÊNCIAS EM <i>MANIHOT</i> MILL. (EUPHORBIACEAE).	17
1.1. INTRODUÇÃO	17
1.2. MATERIAIS E MÉTODOS	19
1.3. DESENVOLVIMENTO E ARQUITETURA DAS INFLORESCÊNCIAS EM <i>MANIHOT</i>	19
1.4. TERMINOLOGIA DESCRITIVA PARA AS INFLORESCÊNCIAS EM <i>MANIHOT</i>	23
1.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
1.6. LITERATURA CITADA	27
2. CAPÍTULO II:	29
SYNOPSIS OF <i>MANIHOT</i> SPECIES (EUPHORBIACEAE) WITH NON-LOBED LEAVES	29
2.1. ABSTRACT	29
2.2. INTRODUCTION	29
2.3. MATERIALS AND METHODS	30
2.4. TAXONOMIC TREATMENT	31
KEY TO <i>MANIHOT</i> SPECIES OF NON-LOBED LEAVES	32
1. <i>Manihot appanii</i> M. J. Silva	34
2. <i>Manihot arenaria</i> M. Mend.	35
3. <i>Manihot attenuata</i> Müll. Arg	36
4. <i>Manihot brachystachys</i> Pax & K. Hoffm.	37
5. <i>Manihot decurrens</i> M. Mend. & M. Martins	38
6. <i>Manihot erecta</i> M. Mend. & T.B. Cavalc	39
7. <i>Manihot glauca</i> M. Mend. & T.B. Cavalc	41
8. <i>Manihot linearifolia</i> Müll. Arg	42
9. <i>Manihot mattogrossensis</i> Pax & K. Hoffm.	43
10. <i>Manihot orbicularis</i> Pohl	44
11. <i>Manihot pandurata</i> M. Martins & M. Mend	46
12. <i>Manihot purpúreo-costata</i> Pohl	47
13. <i>Manihot robusta</i> M. Mend. & T.B. Cavalc	48
14. <i>Manihot salicifolia</i> Pohl	49
15. <i>Manihot saxatilis</i> M. J. Silva & R. C. Sodré	50
16. <i>Manihot stricta</i> Baillon	51
17. <i>Manihot tombadorensis</i> M. Mend & T.B. Cavalc	53
18. <i>Manihot weddelliana</i> Baillon	54
2.5. LITERATURE CITED	55
2.6. LIST OF EXSICCATAE	57
3. CAPÍTULO III:	59
FILOGENIA DE <i>MANIHOT</i> MILL. (EUPHORBIACEAE)	59
3.1. INTRODUÇÃO	59
3.2. MATERIAIS E MÉTODOS	62
3.2.1. Amostragem	62
3.2.2. Extração, amplificação e sequenciamento DNA	63
3.3. ANÁLISES FILOGENÉTICAS	66
3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
3.5. LITERATURA CITADA	74
4 ANEXOS	79
4.1. ANEXOS DO CAPÍTULO I	79
Anexo 1.	79

4.2. ANEXOS DO CAPITULO III.....	84
Anexo 1:	84
Anexo 2	100
Anexo 3	101
Anexo 4	102
Anexo 5	103
Anexo 6	104
5. APÊNDICES	105
5.1. ARTIGOS PUBLICADOS	105
Apêndice 1: Artigo 1	106
Apêndice 2: Artigo 2	121
Apêndice 3: Artigo 3	136
Apêndice 4: Artigo 4	147

Lista de Figuras

INTRODUÇÃO GERAL..... 1

Figura 1. Distribuição de *Manihot* no Brasil. Pontos azuis localidades obtidas a partir das exsicatas do Herbário CEN e outros; pontos vermelhos indicam locais de coletas realizadas no presente estudo, de 2013 a 2017. 5

CAPÍTULO I..... 17

Figura 1. Inflorescência em *Manihot*. A. Esquema da Região de Entrenós Curtos (REC) amplificada detalhando eixos de inovação e eixos floríferos. B. *M. anomala*, inflorescência com eixo florífero principal ramificado, dois eixos floríferos laterais e quatro eixos de inovação. C. *M. quinqueloba*, inflorescência jovem com eixo principal ramificado, eixo florífero lateral, e eixo de inovação em formação (seta vermelha). D. *M. condensata*, inflorescência com eixo florífero ramificado, três eixos floríferos laterais também ramificados e cinco eixos de inovação partindo da axila de uma folha vegetativa. E. *M. anomala*, ramo vegetativo com quatro eixos de inovação partindo da REC, mostrando ramificação policotômica. 22

Figura 2. Tipos de inflorescências em *Manihot*. A-B. Botrioides simples, flores ♀ no ápice do eixo florífero, precedidas por flores ♂, ausência de eixos laterais (*Manihot appani* e *M. tombadorensis*, respectivamente). C . Diplobotriode depauperado, eixo florífero central com eixo lateral reduzido, aparentando flor ♀ solitária na base (*M. arenaria*). D. Diplobotriode espiciforme ou estaquiode, eixo florífero central com dois eixos laterais (*M. sparsifolia*). E. Diplobotriode depauperado, eixo florífero central com 2 eixos florífero laterais reduzidos (*M. purpúrea*). F. Diplobotriode depauperado, dois eixos floríferos laterais (*M. falcata*). G-H. Diplobotriode, eixo florífero central e 2–3 eixos floríferos laterais (*Manihot* sp. nov. 1 e *M. polyantha*, respectivamente). I. Diplobotriode, eixo florífero central e 1–2 eixos floríferos laterais (*M. anisophylla*). J. Diplobotriode espiciforme ou estaquiode depauperado, e dois eixos laterais (*M. anomala*). K. Diplobotriode, eixo florífero central ramificado, e três eixos laterais (*Manihot* sp. nov. 2). L. Triplobotriode, com eixos floríferos centrais e laterais ramificados, quatro eixos laterais (*M. condensata*). 24

Figura 3. Representação esquemática das inflorescências em *Manihot*. A. Botrioide simples espiciforme ou estaquioide, flores ♀ subopostas no início do eixo florífero, ausência de eixos laterais. B. Diplobotrioide espiciforme ou diploestaquioide depauperado, um eixo central + 2 e dois eixos laterais depauperados da base, aparência de flores ♀ solitárias. C. Diplobotrioide depauperado, eixo florífero central e três eixos floríferos laterais depauperados na base. D. Diplobotrioide depauperado, eixo florífero central e dois eixos floríferos laterais depauperados na base. E-F. Diplobotrioides depauperados, um eixo florífero central, com 2–3 eixos laterais na base. G. Diplobotrioide, eixo florífero central ramificado e quatro eixos laterais na base. 25

CAPÍTULO II 29

Figura 1. Species of *Manihot* with unilobed leaves. **A.** *M. appanii* M.J. Silva; **B.** *M. arenaria* M. Mend.; **C.** *M. brachystachys* Pax & K. Hoffm.; **D.** *M. erecta* M. Mend. & T.B. Cavalc.; **E.** *M. glauca* M. Mend. & T.B. Cavac.; **F.** *M. linearifolia* Müll. Arg.; **G.** *M. mattogrossensis* Pax & K. Hoffm.; **H.** *M. orbicularis* Pohl. 40

Figura 2. Figure 2. Species of *Manihot* with unilobed leaves. **A.** *M. purureo-costata* Pohl; **B.** *M. robusta* M. Mend. & T.B. Cavac.; **C.** *M. salicifolia* Pohl; **D.** *M. saxatilis* M.J. Silva & R.C. Sodr ; **E.** *M. stricta* Baill.; **F.** *M. tombadorensis* M. Mend. & T.B. Cavac. 46

CAPÍTULO III 59

Figura 1. Filograma de Máxima Verossimilhança dos marcadores ITS, G3pdh, MetEco e TrnL combinados. Os valores dos ramos representam os valores de probabilidade posterior/ultrafast bootstrap/SH-aLRT, respectivamente. 69

Lista de Tabelas

INTRODU O GERAL..... 1

Tabela 1. Expedi es realizadas para coleta de dados de *Manihot* no bioma Cerrado entre 2013–2017. 4

Tabela 2. Herbários consultados e número de exsicatas de *Manihot* analisadas. 6

Tabela 3. Espécies de <i>Manihot</i> Mill. ocorrentes no bioma Cerrado. (*) Táxons descritos após a revisão taxonômica de Rogers & Appan (1973). (**) Táxons descritos de 2015 a 2018.	7
Tabela 4. Taxas de <i>Manihot</i> Mill. (Euphorbiaceae) inéditas com bioma de ocorrência.	11
Tabela 5. Espécies em <i>Manihot</i> Mill., descritas posterior à revisão de Rogers & Appan (1973). (*) Táxons a serem avaliados. (**) Espécie já revalidada.	12
Tabela 6. Complexos taxonômicos em <i>Manihot</i> Mill. (Euphorbiaceae).	15
 CAPÍTULO I.....	 17
Tabela 1. Tipos de inflorescências em <i>Manihot</i> Mill. (Euphorbiaceae), <i>sensu</i> Rogers & Appan (1973).	18
 CAPÍTULO III	 59
Tabela 1. Seções taxonômicas de <i>Manihot</i> Mill., <i>sensu</i> Pax (1910) e Rogers & Appan (1973).	60
Tabela 2. Descrição dos protocolos e reações para amplificação – PCR.	64
Tabela 3. Sequências e referências dos marcadores utilizados nas amplificações por PCR.	65
Tabela 4: Sumário do alinhamento das matrizes de cada marcador utilizado e da matriz concatenada com informações estatísticas das árvores de Máxima Verossimilhança (MV).	67

INTRODUÇÃO GERAL

Manihot é um gênero Neotropical que ocorre desde o norte dos Estados Unidos até Argentina, com centro primário de diversidade localizado no Cerrado do Brasil Central, e centro secundário no sudoeste do México (Rogers & Appan, 1973).

O conhecimento das espécies deste gênero é de alta importância, não só pelo conhecimento da diversidade de espécies *per se*, como também devido à importância da espécie cultivada *Manihot esculenta* Crantz, a mandioca, e do conhecimento de seus parentes silvestres de importância do potencial como espécies alimentícias e principalmente para o melhoramento da mandioca cultivada.

O conhecimento das espécies de *Manihot* em contexto global necessita ser incrementado. O estudo mais abrangente de cunho taxonômico, realizado há 45 anos (Rogers & Appan, 1973), é fortemente embasado em materiais de herbário disponíveis à época nos herbários europeus, a maioria oriundos de coletas antigas, e, portanto apresentando conceitos específicos restritos baseados na análise de poucos espécimes, o que não foi suficiente para o esclarecimento da circunscrição morfológica de muitas espécies incluindo a sua variabilidade. Além disso, não foram efetuadas tipificações dos binômios científicos.

Análises filogenéticas de base molecular disponíveis para o gênero demonstraram seu monofiletismo e um clado bem suportado que agrupa as espécies do bioma Cerrado. Entretanto, o total de espécies da América do Sul para as quais já se tem dados moleculares e os marcadores utilizados foram precários para clarificar questões sobre origem do gênero, relacionamentos entre espécies ou para a compreensão de como e quando as espécies do cerrado diversificaram. Tal compreensão deverá também ser útil para ser comparada com outros grupos endêmicos deste bioma.

Diversidade de espécies de *Manihot* no bioma Cerrado

Os três estudos filogenéticos realizados com *Manihot* (Chacon *et al.* 2008, Duputié *et al.* 2011 e Cervantes-Alcayde *et al.* 2015) concluíram que o gênero é monofilético. Chacon *et al.* (2008) apresentaram uma análise pobre de baixa sustentação, cuja reconstrução filogenética resultou em uma politomia. Já Duputié *et al.* (2011) demonstraram que o gênero provavelmente se originou na Mesoamérica ou de um ancestral amplamente distribuído. Cervantes-Alcayde *et al.* (2015) confirmaram o monofetismo das

espécies norte-americanas e que as seções propostas por Rogers & Appan (1973) são polifiléticas. Os autores indicaram que a filogenia não foi resolvida e que estudos adicionais, incluindo novos materiais de herbário, estudos de campo e exploração de novos caracteres, eram necessários para a delimitação dos táxons e maior entendimento da história biogeográfica. Os dados alcançados nos estudos de Chacon *et al.* (2008) e Duputié *et al.* (2011) mostraram que as espécies da América do Sul se agrupam em vários clados bem suportados que parcialmente correspondem a unidades fitogeográficas e estratégias ecológicas, sendo um deles o de espécies arbustivas nativas do bioma Cerrado.

Um tratamento atualizado do gênero, ou mesmo só para as espécies do Cerrado ou Sul-Americanas não está disponível. O intensivo esforço de coletas de espécies de *Manihot* efetuado ao longo deste estudo, realizado através de 41 saídas para coleta em áreas naturais prioritariamente no Cerrado da Bolívia e do Brasil (Tabela 1, Figura 1) e a análise de 10.180 espécimes de 43 herbários (Tabela 2) trouxe novos materiais, ampliou o conhecimento sobre a distribuição geográfica das espécies e apontou que o Cerrado é o bioma que apresenta o maior número de espécies do gênero assim como a maior taxa de endemismo. Oitenta e nove espécies descritas de *Manihot* são reconhecidas para o bioma Cerrado (Tabela 3). Destas, 74 espécies são endêmicas do Cerrado e 15 espécies estão também presentes em outros biomas limítrofes tanto no Brasil como em países vizinhos. Como parte do presente estudo, 14 novas espécies foram publicadas entre os anos de 2015 e 2018 (Mendoza *et al.*, 2015a, 2015b, 2016, 2018), além de vinte e nove táxons que estão sendo considerados novidades taxonômicas para *Manihot* (Tabela 4), descrições e ilustrações destas, estão sendo publicadas.

Diversidade de espécies no gênero *Manihot*.

Desde a publicação efetiva do gênero por Miller (1754), diferentes autores tem trabalhado e descrito numerosas espécies, para o Neotropico, ressalta-se os trabalhos de Pohl (1827), Müller (1866, 1874), Pax (1910); além de Rogers & Appan (1973) que com sua revisão monográfica “*Manihot, Manihotoides (Euphorbiaceae)*” organizam e clarificam a situação taxonômica do gênero, aceitando 98 espécies para o Neotrópico e 80 espécies para Brasil. Nos anos mais recentes (ex. Nassar, 1986, Allem, 1989; Martins *et al.*, 2011; Mendoza *et al.*, 2015), a partir de trabalhos de cunho florístico e taxonômico, diferentes novas espécies foram descritas principalmente no Cerrado Brasileiro o que ampliou o número de espécies do gênero no país para 101 (Mendoza *et al.*, 2018).

Entretanto, um levantamento das espécies descritas desde a revisão de Rogers & Appan (1973) e incluindo toda a distribuição natural do gênero no Neotrópico, confirma a publicação efetiva de mais 50 espécies (Mendoza, obs pers: Tabela 5), o que resulta em cerca de 153 espécies. Com os esforços deste trabalho ainda serão descritas 29 espécies (Tabela 4), e foram identificados nove complexos de espécies em *Manihot* (Tabela 6). Estes complexos incluem espécies que, em geral, compartilham um número elevado de sinônimos registrados (de 3 a 21), ampla distribuição geográfica incluindo diferentes biomas e ampla variação morfológica. Para estes complexos, estudos utilizando outras ferramentas além da morfologia e abordagens ao nível de populações serão necessários.

Os dados inéditos referidos acima farão parte da revisão global de *Manihot* que será continuada utilizando ferramentas modernas em auxílio ao esclarecimento dos táxons do gênero. Este é um esforço em andamento por diferentes especialistas trabalhando de forma coordenada.

Tabela 1: Expedições realizadas para coleta de dados de *Manihot* no bioma Cerrado entre 2013–2017.

Num	Local de coleta	País	Estado Depto.	Duração (Dias)	Data de viagem
1	São Bartolomeu	Brasil	DF	1	24/10/2013
2	Gama	Brasil	DF	1	24/01/2014
3	São João d'Aliança, Estação Repetidora Telebrasília	Brasil	GO	1	04/02/2014
4	Norte GO: Cavalcante, Teresina	Brasil	GO	3	10-12/02/2014
5	Brazlândia	Brasil	DF	1	20/02/2014
6	Norte GO: Uruaçu, Niquelândia	Brasil	GO	3	25-27/02/2014
7	Vila Bela da Santíssima Trindade	Brasil	MT	10	19-28/03/2014
8	Norte GO: Minaçu, Cavalcante	Brasil	GO	5	07-11/04/2014
9	Parque Nacional de Brasília	Brasil	DF	1	15/05/2014
10	Parque Nacional de Brasília	Brasil	DF	1	22/05/2014
11	Parque Nacional de Brasília	Brasil	DF	1	28/05/2014
12	Chapada dos Veadeiros	Brasil	GO	4	30/10-02/11/2014
13	Padre Bernardo	Brasil	GO	1	04/11/2014
14	Cristalina	Brasil	GO	3	06-08/11/2014
15	RPPN Tombador, Cavalcante	Brasil	GO	5	10-14/11/2014
16	Serras da Canastra e Cipó	Brasil	MG	8	28/11- 05/12/2014
17	Robore, San Ignacio de Velazco	Bolívia	Santa Cruz	7	12-18/12/2014
18	Cerro Mutúm, Rincón del Tigre	Bolívia	Santa Cruz	5	04-08/01/2015
19	RPPN Tombador, Cavalcante	Brasil	GO	5	30/01-03/02/2015
20	Parque Nacional das Emas	Brasil	GO	7	05-11/02/2015
21	São Gabriel	Brasil	GO	1	12/02/2015
22	Chapada Imperial	Brasil	DF	1	25/02/2015
23	Gama	Brasil	DF	1	26/02/2015
24	Uruaçu - Chapada veadeiros	Brasil	GO	5	03-07/03/2015
25	São Gabriel	Brasil	GO	1	11/03/2015
26	Abadiânia	Brasil	GO	1	13/03/2015
27	Serra dos Pirineus	Brasil	GO	3	18-20/02/2015
28	Abaeté-Catalão	Brasil	MG	2	25-26/03/2015
29	Padre Bernardo	Brasil	GO	1	13/05/2015
30	Chapada dos Veadeiros	Brasil	GO	1	16/05/2015
31	Padre Bernardo	Brasil	GO	1	20/11/2015
32	Brazlândia aéreas vizinhas	Brasil	DF, GO	1	02/12/2015
33	Norte GO: Niquelândia, Chapada veadeiros	Brasil	GO	5	02-07/12/2015
34	Abapó	Bolívia	Santa Cruz	7	30/12/2015
35	Camiri, Cuevo, Villamontes	Bolívia	Tarija	3	15/01/2016
36	Estação Repetidora Telebrasília	Brasil	GO	1	23/04/2016
37	Chapada dos Veadeiros, São Jorge	Brasil	GO	3	05-07/03/2016
38	Agua Fria de Goiás	Brasil	GO	1	13/05/2016
39	Charagua, Boyuibe	Bolívia	Santa Cruz	4	08-09/02/2017
40	Estação Repetidora Telebrasília	Brasil	GO	1	26/05/2017
41	Chapada dos Veadeiros, Moinho	Brasil	GO	2	13-14/11/2017

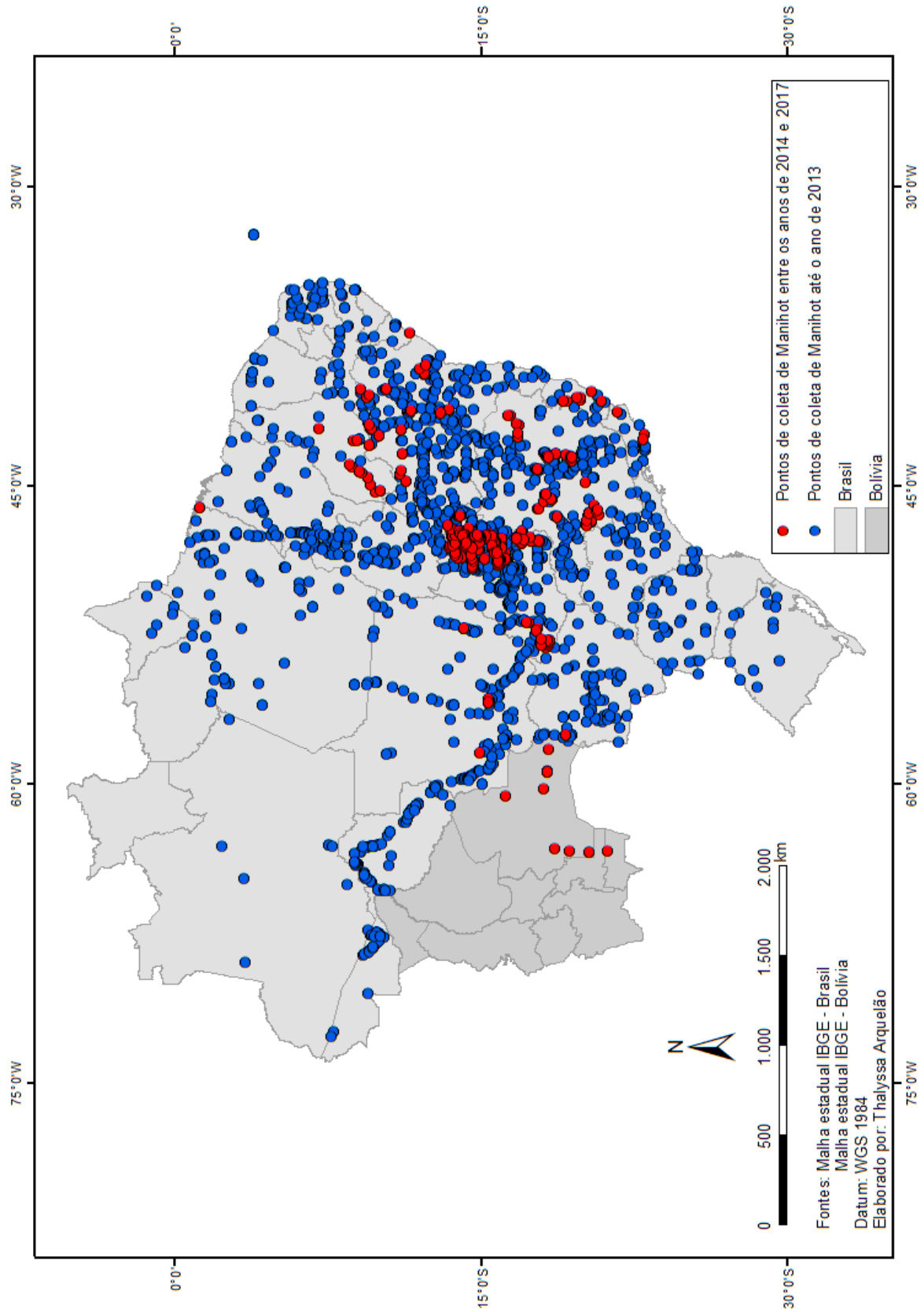


Figura 1. Distribuição de *Manihot* no Brasil. Pontos azuis localidades obtidas a partir das exsiccatas do Herbário CEN; pontos vermelhos indicam locais de coletas realizadas no presente estudo, de 2013 a 2017.

Tabela 2. Herbários consultados e número de exsicatas de *Manihot* analisadas.

Item	Instituição	Acrônimo	Cidade	Número de exsicatas
1	Herbário Alexandre Leal Costa	ALCB	Salvador	227
2	Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais	BHCB	Belo Horizonte	170
3	Herbarium the Natural History Museum	BM	Londres - Reino Unido	15
4	Centro de Biodiversidad y Genética-UMSS	BOLV	Cochabamba - Bolívia	23
5	Botanic Garden Meise	BR	Meise - Bélgica	3
6	Herbário da Embrapa Cenargen	CEN	Brasília	3594
7	Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	CGMS	Campo Grande	78
8	Herbário Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	COR	Campo Grande	29
9	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais	EPAMIG	Belo Horizonte	10
10	Herbário da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz	ESA-ESALQ	Piracicaba	206
11	Field Museum of Natural History	F	Chicago - Estados Unidos	138
12	Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève	G	Genova - Suíça	89
13	Herbário Bradeanum	HB	Rio de Janeiro	120
14	Herbário Ezechias Paulo Heringer	HEPH	Jardim botânico Brasília	276
15	Herbário Rioclarense	HRCB	Rio Claro	133
16	Herbario del Sur de Bolivia	HSB	Sucre - Bolívia	15
17	Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana	HUEFS	Feira de Santana	15
18	Herbário Universidade Federal de Uberlândia	HUFU	Uberlândia	115
19	Herbário da Universidade de Tocantins	HUTO	Palmas	25
20	Herbário da Embrapa Amazônica Oriental	IAN	Belém de Para	334
21	Herbário Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estadística	IBGE	Brasília.	182
22	Herbário do Instituto Nacional de pesquisa Amazônica	INPA	Manaus	241
23	Royal Botanic Gardens Kew	K	Londres - Reino Unido	54
24	National Herbarium Nederland, Leiden University	L	Leiden - Países Baixos	2
25	Herbário Nacional de Bolívia	LPB	La Paz - Bolívia	212
26	Botanische Staatssammlung München	M	Munique - Alemanha	10
27	Herbário Museu botânico Municipal	MBM	Curitiba	554
28	Herbário do Museu Paraense Emílio Goeldi	MG	Belém	504
29	Missouri Botanical Garden	MO	St. Louis Missouri	234
30	United States National Arboretum, USDA/ARS	NA	Washington-Estados Unidos	42
31	New York Botanical Garden	NY	New York - Estados Unidos	48
32	Muséum National d'Histoire Naturelle	P	França - Paris	92
33	Herbário do Museu de História Natural	R	Rio de Janeiro	285
34	Herbário do Botânico de Rio de Janeiro	RB	Rio de Janeiro	681
35	Swedish Museum of Natural History	S	Estocolmo - Suécia	13
36	Herbário do Instituto de Botânica	SP	São Paulo	21
37	Herbário da Universidade de São Paulo	SPF	São Paulo	15
38	Herbário Universidade de Brasília	UB	Brasília	619
39	Herbário da Universidade Estadual de Campinas	UEC	Campinas	227
40	Herbário da Universidade Federal de Goiânia	UFG	Goiânia	69
41	Smithsonian Institution	US	Washington-Estados Unidos	225
42	Herbário do Oriente Boliviano	USZ	Santa Cruz - Bolívia	185
43	Naturhistorisches Museum Wien	W	Áustria - Viena	50
	Total de espécimes examinados			10180

Tabela 3. Espécies de *Manihot* Mill. ocorrentes-no bioma Cerrado. (*) Táxons descritos após a revisão taxonômica de Rogers & Appan (1973). (**) Táxons descritos de 2015 a 2018.

Nº	Espécies	Biomias e regiões geográficas de ocorrência	Nº de espécimes analisados	Países e UF's do Brasil
1	<i>Manihot acuminatissima</i> Müll. Arg.	Cerrado	13	Brasil (GO, TO)
2	<i>Manihot alutacea</i> D.J. Rogers & Appan	Cerrado	23	Brasil (GO)
3	<i>Manihot anomala</i> Pohl	Andes, Amazônia, Cerrado, Chiquitano, Pantanal	185	Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai, Venezuela
4	<i>Manihot appanii</i> J.M. Silva*	Cerrado	8	Brasil (GO)
5	<i>Manihot arenaria</i> M. Mend.*	Cerrado	8	Bolívia (Santa Cruz)
6	<i>Manihot attenuata</i> Müll. Arg.	Cerrado	2	Brasil (GO)
7	<i>Manihot brachystachys</i> Pax & K. Hoffm.++	Cerrado	3	Brasil (GO)
8	<i>Manihot brasiliana</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.**	Cerrado	4	Brasil (GO)
9	<i>Manihot caerulescens</i> Pohl	Amazônia, Cerrado	206	Bolívia, Brasil (AP, BA, CE, GO, MA, MG, MT, MS, PA, PB, RJ, SP, TO)
10	<i>Manihot cecropiifolia</i> Pohl	Cerrado	69	Brasil (GO, DF)
11	<i>Manihot cezarii</i> M. Martins*	Cerrado	12	Brasil (MT, GO)
12	<i>Manihot coimbrana</i> M. Mend.*	Amazônia, Cerrado	15	Bolívia (Santa Cruz), Brasil (MT, RO)
13	<i>Manihot confertiflora</i> J.M. Silva*	Cerrado	19	Brasil (GO)
14	<i>Manihot congesta</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.**	Cerrado	3	Brasil (GO)
15	<i>Manihot crotalariiformis</i> Pohl	Cerrado	3	Brasil (GO, MT)
16	<i>Manihot decurrens</i> M. Mend. & M. Martins**	Cerrado	3	Brasil (TO)
17	<i>Manihot debilis</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.**	Cerrado	4	Brasil (GO)
18	<i>Manihot diamantinensis</i> Allem*	Caatinga, Cerrado	14	Brasil (BA)
19	<i>Manihot divergens</i> Pohl	Cerrado	72	Brasil (DF, GO, MG)

20	<i>Manihot ebracteata</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.**	Cerrado	6	Brasil (GO)
21	<i>Manihot elegans</i> Müll. Arg.++	Cerrado	3	Brasil (MG)
22	<i>Manihot epruinosa</i> Pax & K. Hoffm.	Catinga, Cerrado	59	Brasil (Nordeste, MG)
23	<i>Manihot erecta</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.**	Cerrado	6	Brasil (GO)
24	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Cultivado	-	Cultivado
25	<i>Manihot fabianae</i> M. Mend.*	Cerrado	7	Bolívia (Santa Cruz), Brasil (MS)
26	<i>Manihot falcata</i> D.J. Rogers & Appan	Cerrado	26	Brasil (GO)
27	<i>Manihot flemingiana</i> D.J. Rogers & Appan	Amazônia, Cerrado	13	Brasil (MT, PA, TO)
28	<i>Manihot fruticulosa</i> (Pax) D.J. Rogers & Appan	Cerrado	48	Brasil (DF, GO, MG)
29	<i>Manihot gabrielensis</i> Allem*	Cerrado	37	Brasil (GO)
30	<i>Manihot glauca</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.** (Sin. <i>Manihot fallax</i> M.J. Silva & L.S. Inocencio*)	Cerrado	11	Brasil (GO)
31	<i>Manihot gracilis</i> Pohl	Cerrado	150	Brasil (BA, DF, GO, MG, MS)
32	<i>Manihot grahamii</i> Hook.	Cerrado, Chaco, Chiquitano	40	Argentina, Bolívia, Brasil (GO, MG, MS, PR, RS, SC, SP,), Paraguai
33	<i>Manihot guaranítica</i> Chodat & Hassl.	Cerrado, Chaco, Chiquitano	12	Argentina, Bolívia, Brasil (MT, MS, GO), Paraguai
34	<i>Manihot incisa</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.**	Cerrado	4	Brasil (GO)
35	<i>Manihot inflexa</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.**	Cerrado	5	Brasil (GO)
36	<i>Manihot irwinii</i> D.J. Rogers & Appan	Cerrado	34	Brasil (GO)
37	<i>Manihot janiphoides</i> Müll. Arg.	Caatinga, Cerrado	20	Brasil (BA, MG)
38	<i>Manihot januarensis</i> Allem*	Cerrado	7	Brasil (BA, MG)
39	<i>Manihot kalungae</i> J.M. Silva*	Cerrado	34	Brasil (GO)
40	<i>Manihot linearifolia</i> Müll.Arg++	Cerrado	8	Bolívia (Santa Cruz)
41	<i>Manihot longepetiolata</i> Pohl	Cerrado	6	Brasil (GO)
42	<i>Manihot lourdesii</i> J.M. Silva*	Cerrado	2	Brasil (GO)
43	<i>Manihot luxurians</i> J.M. Silva*	Cerrado	4	Brasil (GO)

44	<i>Manihot mattogrossensis</i> Pax & K. Hoffm.++	Cerrado	10	Brasil (MT)
45	<i>Manihot minima</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.**	Cerrado	4	Brasil (GO)
46	<i>Manihot mossamedensis</i> Taub.	Cerrado	27	Brasil (GO, MT)
47	<i>Manihot nana</i> Müll. Arg.	Cerrado	41	Brasil (DF, GO, MG)
48	<i>Manihot nogueirae</i> Allem*	Cerrado	21	Brasil (DF)
49	<i>Manihot oligantha</i> Pax & K. Hoffm.	Cerrado	31	Brasil (GO)
50	<i>Manihot orbicularis</i> Pohl	Cerrado	18	Brasil (GO)
51	<i>Manihot pachycaulis</i> J.M. Silva*	Cerrado	2	Brasil (GO)
52	<i>Manihot pandurata</i> M. Martins & M. Mend.**	Cerrado	2	Brasil (BA, GO)
53	<i>Manihot paviifolia</i> Pohl	Cerrado	19	Brasil (GO)
54	<i>Manihot peltata</i> Pohl	Cerrado	61	Brasil (GO)
55	<i>Manihot pentaphylla</i> Pohl	Cerrado	53	Brasil (GO, MG, MT)
56	<i>Manihot pilosa</i> Pohl	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	43	Brasil (BA, GO, MG, MS, SP, ES)
57	<i>Manihot pinatiloba</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.**	Cerrado	8	Brasil (GO)
58	<i>Manihot polyantha</i> Pax & K. Hoffm.++	Cerrado	4	Brasil (GO)
59	<i>Manihot populifolia</i> Pax	Chaco, Cerrado	2	Bolívia (Santa Cruz), Brasil (GO), Paraguai
60	<i>Manihot porphyrantha</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.**	Cerrado	7	Brasil (GO)
61	<i>Manihot procumbens</i> Müll. Arg.	Cerrado	13	Brasil (MS, PR)
62	<i>Manihot pruinosa</i> Pohl	Cerrado	30	Brasil (GO, MT, TO)
63	<i>Manihot pulchrifolius</i> J.M. Silva*	Cerrado	2	Brasil (GO)
64	<i>Manihot pupurea</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.**	Cerrado	5	Brasil (GO)
65	<i>Manihot purpureo-costata</i> Pohl	Cerrado	43	Brasil (GO)
66	<i>Manihot pusilla</i> Pohl	Cerrado	28	Brasil (DF, GO)
67	<i>Manihot quinqueloba</i> Pohl	Cerrado	25	Brasil (GO)
68	<i>Manihot reniformis</i> Pohl	Caatinga, Cerrado	26	Brasil (BA)

69	<i>Manihot reptans</i> Pax	Cerrado	2	Brasil (GO)
70	<i>Manihot robusta</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.**	Cerrado	9	Brasil (GO)
71	<i>Manihot scandens</i> L.S. Inocencio & J.M. Silva*	Cerrado	1	Brasil (MT)
72	<i>Manihot sagittata</i> M. Mend. & M. Martins**	Cerrado	4	Brasil (GO, TO)
73	<i>Manihot sagittatopartita</i> Pohl	Cerrado	9	Brasil (GO)
74	<i>Manihot salicifolia</i> Pohl	Cerrado	32	Brasil (GO, MT)
75	<i>Manihot saxatilis</i> J.M. Silva*	Cerrado	5	Brasil (GO)
76	<i>Manihot sparsifolia</i> Pohl, (Sin. <i>Manihot gratiosa</i> J.M. Silva* = <i>M. sparsifolia</i> x <i>purpureo-costata</i>)	Cerrado	71	Brasil (DF, GO)
77	<i>Manihot stellata</i> M. Mend.	Cerrado	3	Bolívia (Santa Cruz)
78	<i>Manihot stricta</i> Baill.	Cerrado	4	Brasil (TO)
79	<i>Manihot tenella</i> Müll. Arg.	Cerrado	20	Brasil (GO, MG)
80	<i>Manihot tenerrima</i> Pohl	Cerrado	10	Brasil (GO, MT)
81	<i>Manihot tombadorensis</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.**	Cerrado	16	Brasil (GO)
82	<i>Manihot tomentosa</i> Pohl	Cerrado	29	Brasil (DF, GO, MG)
83	<i>Manihot tripartita</i> Müll. Arg.	Cerrado	277	Argentina, Bolívia, Brasil (DF, GO, MG, MT, MS, PA, RO, RJ, SP, TO), Paraguai
84	<i>Manihot triphylla</i> Pohl	Cerrado	65	Brasil (BA, DF, GO, MG, TO)
85	<i>Manihot tristis</i> Müll. Arg.	Amazônia, Cerrado (cultivado)	15	Brasil (AP, GO, PA, RR), Venezuela
86	<i>Manihot veadeirensis</i> J.M. Silva*	Cerrado	10	Brasil (GO)
87	<i>Manihot violacea</i> Pohl	Cerrado	114	Brasil (DF, GO)
88	<i>Manihot weddelliana</i> Baill.	Cerrado	4	Brasil (MT)
89	<i>Manihot xavantinsensis</i> D.J. Rogers & Appan (Sin. <i>Manihot allemii</i> J.M. Silva*)	Amazônia, Cerrado	7	Brasil (AM, MT, RO)

Tabela 4. Táxons de *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae) inéditas com bioma de ocorrência

Item	Nome científico ou táxon	Bioma	Endêmico do Cerrado	Ocorrência
1	<i>Manihot</i> sp. nov.	Amazônia/Andes	Não	Bolívia/Brasil/Peru
2	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO
3	<i>Manihot</i> sp. nov.	Caatinga	Não	Brasil, BA
4	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, DF
5	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, MT
6	<i>Manihot</i> sp. nov.	Caatinga	Não	Brasil, MG
7	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO
8	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO
9	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO
10	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO
11	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO/TO
12	<i>Manihot</i> sp. nov.	Caatinga	Não	Brasil, BA/MG
13	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO
14	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO
15	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Bolívia
16	<i>Manihot</i> sp. nov.	Caatinga	Não	Brasil, MG
17	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado/Caatinga	Não	Brasil, BA
18	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO
19	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO
20	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO
21	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado/Caatinga	Não	Brasil, MG/BA
22	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO
23	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO/TO
24	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, GO
25	<i>Manihot</i> sp. nov.	Amazônia	Não	Bolívia/ Brasil
26	<i>Manihot</i> sp. nov.	Andes	Não	Bolívia
27	<i>Manihot</i> sp. nov.	Cerrado	Sim	Brasil, MT
28	<i>Manihot</i> sp. nov.	Andes	Não	Bolívia
29	<i>Manihot</i> sp. nov.	Chaco	Não	Bolívia/Paraguai

Tabela 5: Espécies em *Manihot* Mill., descritas posterior à revisão de Rogers & Appan (1973). (*) Táxons a serem avaliados. (**) Espécie já revalidada.

Nº	Espécies	Pais / Bioma	Ano de publicação	Revista de publicação
1	<i>Manihot linearifolia</i> Müll. Arg. *	Bolívia / Cerrado	1872	Flora 55: 43.
2	<i>Manihot elegans</i> Müll. Arg. *	Brasil / Cerrado	1874	Fl. Bras. (Martius) 11(2): 485.
3	<i>Manihot brachystachys</i> Pax & K. Hoffm. *	Brasil / Cerrado	1910	Pflanzenr. (Engler) [Heft 44] 4, Fam. 147, II: 97.
4	<i>Manihot polyantha</i> Pax & K. Hoffm. *	Brasil / Cerrado	1910	Pflanzenr. (Engler) 4, Fam. 147, II: 88.
5	<i>Manihot boliviana</i> Pax & K. Hoffm. **	Bolívia / Chaco	1914	Pflanzenr. (Engler) Euphorb.-Mercurial. 402
6	<i>Manihot mattogrossensis</i> Pax & K. Hoffm. *	Brasil / Cerrado	1924	Pflanzenr. (Engler) Euphorb.-Addit. VII. 197.
7	<i>Manihot neusana</i> N.M.A. Nassar	Brasil / Mata atlântica	1986	Ci. & Cult. 38(2): 340.
8	<i>Manihot compositifolia</i> Allem	Brasil / Amazônia	1990	Rev. Brasil. Biol. 49(3): 650.
9	<i>Manihot diamantinensis</i> Allem	Brasil/ Caatinga	1990	Revista Brasil. Biol. 49(3): 658.
10	<i>Manihot gabrielensis</i> Allem	Brasil / Cerrado	1990	Revista Brasil. Biol. 49(3): 653.
11	<i>Manihot nogueirae</i> Allem	Brasil / Cerrado	1990	Rev. Brasil. Biol. 49(3): 656.
12	<i>Manihot obovata</i> J. Jiménez Ram.	México / Floresta tropical caducifólia	1990	Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Bot. 60: 52.
13	<i>Manihot baccata</i> Allem	Brasil, Guayana Francesa / Amazônia, Mata atlântica	1999	Int. J. Pl. Sci. 160(1): 181
14	<i>Manihot breviloba</i> P. Carvalho & M. Martins	Brasil / Mata atlântica	2011	Phytotaxa 32: 58
15	<i>Manihot fortalezensis</i> Nassar, D.G. Ribeiro, Bomfim & P.T.C. Gomes	Brasil / Caatinga	2011	Genet. Resources Crop Evol. 58(6): 832.
16	<i>Manihot arenaria</i> M. Mend.	Bolívia / Cerrado	2013	Brittonia 66(2): 108.
17	<i>Manihot fabianae</i> M. Mend.	Bolívia / Cerrado	2013	Brittonia 66(2): 110.
18	<i>Manihot kalungae</i> J.M. Silva	Brasil / Cerrado	2013	Phytotaxa 131(1): 54.

19	<i>Manihot stellata</i> M. Mend.	Brasil / Cerrado	2013	Brittonia 66(2): 113.
20	<i>Manihot bellidifolia</i> P. Carvalho & M. Martins	Brasil / Campo rupestre	2014	Syst. Bot. 39(2): 485.
21	<i>Manihot longiracemosa</i> P. Carvalho & M. Martins	Brasil / Campo rupestre	2014	Syst. Bot. 39(2): 487.
22	<i>Manihot saxatilis</i> J.M. Silva	Brasil / Cerrado	2014	Syst. Bot. 39(1): 222.
23	<i>Manihot veadeirensis</i> J.M. Silva	Brasil / Cerrado	2014	Syst. Bot. 39(4): 1161.
24	<i>Manihot appanii</i> J.M. Silva	Brasil / Cerrado	2015	Syst. Bot. 40(1): 168.
25	<i>Manihot cezarii</i> M. Martins	Brasil / Cerrado	2015	Novon 24(2): 179.
26	<i>Manihot confertiflora</i> J.M. Silva	Brasil / Cerrado	2015	Phytotaxa 213(2): 133.
31	<i>Manihot luxurians</i> J.M. Silva	Brasil / Cerrado	2015	Phytotaxa 213(2): 135.
27	<i>Manihot debilis</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2015	Arnaldoa 22(2): 299.
32	<i>Manihot minima</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2015	Arnaldoa 22(2): 303.
33	<i>Manihot robusta</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2015	Arnaldoa 22(2): 306.
28	<i>Manihot erecta</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2015	Q'euña 6: 8.
29	<i>Manihot glauca</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2015	Q'euña 6: 10.
30	<i>Manihot inflexa</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2015	Q'euña 6: 14.
34	<i>Manihot allemii</i> J.M. Silva = Syn. de <i>M. xavantinensis</i> D.J. Rogers & Appan	Brasil / Cerrado	2016	Nordic J. Bot. 34(2): 135.
35	<i>Manihot coimbrana</i> M. Mend.	Bolívia, Brasil / Amazônia, Cerrado	2016	Revista Soc. Boliv. Bot. 9(1): 8.
36	<i>Manihot ebracteata</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2016	Phytotaxa 273(3): 149.
40	<i>Manihot pupurea</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2016	Phytotaxa 273(3): 150.
42	<i>Manihot tombadorensis</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2016	Phytotaxa 273(3): 153.
37	<i>Manihot gratiosa</i> J.M. Silva = <i>M. sparsifolia</i> x <i>purpureo-costata</i>	Brasil / Cerrado	2016	Nordic J. Bot. 34(1): 66.
38	<i>Manihot lourdesii</i> J.M. Silva = Syn. de <i>M. inflexa</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2016	Nordic J. Bot. 34(1): 69.
39	<i>Manihot pachycaulis</i> J.M. Silva	Brasil / Cerrado	2016	Nordic J. Bot. 34(1): 60.
41	<i>Manihot scandens</i> L.S. Inocencio & J.M. Silva	Brasil / Cerrado	2016	Syst. Bot. 41(4): 983.

43	<i>Manihot fallax</i> M.J. Silva & L.S. Inocencio = Syn. de <i>M. glauca</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2017	PhytoKeys 91: 141.
44	<i>Manihot macrocarpa</i> P. Carvalho & M. Martins	Brasil / Mata atlântica	2017	Phytotaxa 309(2): 179.
45	<i>Manihot pulchrifolius</i> J.M. Silva	Brasil / Cerrado	2017	PhytoKeys 77: 102.
49	<i>Manihot decurrens</i> M. Mend. & M. Martins	Brasil / Cerrado	2018	Novon 26(1): 59.
50	<i>Manihot pandurata</i> M. Martins & M. Mend.	Brasil / Cerrado	2018	Novon 26(1): 61.
51	<i>Manihot sagittata</i> M. Mend. & M. Martins	Brasil / Cerrado	2018	Novon 26(1): 63.
46	<i>Manihot alterniflora</i> P. Carvalho & M. Martins	Brasil / Caatinga	2018	Nordic J. Bot. 36(3)-e01615: 2.
52	<i>Manihot elongata</i> P. Carvalho & M. Martins	Brasil / Caatinga	2018	Nordic J. Bot. 36(3)-e01615: 2.
47	<i>Manihot brasiliana</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2018	Rodriguésia 69(2): 916.
48	<i>Manihot congesta</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2018	Rodriguésia 69(2): 919.
53	<i>Manihot incisa</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2018	Rodriguésia 69(2): 922.
54	<i>Manihot pinatiloba</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2018	Rodriguésia 69(2): 925.
55	<i>Manihot porphyrantha</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	Brasil / Cerrado	2018	Rodriguésia 69(2): 928.
56	<i>Manihot takape</i> De Egea & Peña-Chocarro	Paraguai / Chaco	2018	PhytoKeys 103: 2.

Tabela 6. Complexos taxonômicos em *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae)

Item	Complexo	Nº de sinônimos	Distribuição geográfica
1	<i>Manihot anomala</i> Pohl	11	Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai, Venezuela
2	<i>Manihot violacea</i> Pohl	5	Brasil
3	<i>Manihot caeruleascens</i> Pohl	32	Bolívia, Brasil
4	<i>Manihot guranitica</i> Chodat & Hassl. <i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg. <i>Manihot januarensis</i> Allem	7	Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai, Colômbia
5	<i>Manihot tenella</i> Müll. Arg. <i>Manihot tenerrima</i> Pohl <i>Manihot gracilis</i> Pohl <i>Manihot pentaphylla</i> Pohl	13	Brasil, Paraguai
6	<i>Manihot triphylla</i> Pohl <i>Manihot leptopoda</i> (Müll. Arg.) Rogers & Appan <i>Manihot palmata</i> Pax	7	Brasil, Paraguai, Venezuela
7	<i>Manihot tristis</i> Müll. Arg.	3	Brasil, Venezuela
8	<i>Manihot esculenta</i> Crantz <i>Manihot flabelifolia</i> Pohl	-	América do Sul
9	<i>Manihot tripartita</i> Müll. Arg.	21	Argentina, Bolívia, Paraguai

O presente estudo de *Manihot* visa contribuir para o conhecimento do gênero e aborda a análise morfológica das inflorescências, a sinopse taxonômica das espécies de *Manihot* com folhas não-lobadas e a análise das relações filogenéticas no gênero. Estas abordagens são apresentadas em três capítulos que se seguem:

Capítulo I: Morfologia das inflorescências em *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae). Traz descrições e ilustrações da arquitetura de inflorescências em *Manihot*, e estruturas ainda não bem definidas na literatura do gênero, assim como a sua gama de variação.

Capítulo II: Synopsis of non-lobed leaves species of *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae). Grupo artificial utilizado como universo inicial para a limpeza taxonômica (tipificações, sinonimizações, etc.) dos cerca de 600 binômios constantes no gênero.

Capítulo III: “Filogenia de *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae). Estudo com ampla amostragem e representatividade em toda a área de distribuição do gênero e utilização de quatro marcadores moleculares, sendo um marcador desenvolvido para *Manihot*.

Literatura citada

- Allem, A. 1989a. Four new species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Brazil. *Revista brasileira da Biologia* 49(3): 649–662.
- Cervantes-Alcayde, M.; M. E. Olson; K. M. Olsen; L. E. Eguiarte. 2015. Apparent similarity, underlying homoplasy: Morphology and molecular phylogeny of the North American clade of *Manihot*. *American Journal of Botany* 102: 520–32.
- Chacon, J., S. Madriñán, D. Debouck, F. Rodriguez & J. Tohme. 2008. Phylogenetic patterns in the genus *Manihot* (Euphorbiaceae) inferred from analyses of nuclear and chloroplast DNA regions. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 49: 260–267.
- Duputié A., J. Salick & D. Mckey. 2011. Evolutionary biogeography of *Manihot* (Euphorbiaceae, a rapidly radiating Neotropical genus restricted to dry environments. *Jour. of Biogeography* 38: 1033–1043.
- Martins, M. L.; P. Carvalho & A. M. Amorim. 2011. A remarkable new *Manihot* (Euphorbiaceae) from the coastal sand plains of Sergipe, Brazil. *Phytotaxa* 32: 57–60
- Mendoza F., J. M & T. B. Cavalcanti. 2015. Three new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Central Brazil. *Q'euña* 6: 7–22.
- Mendoza F., J. M., M. F. Simon, & T. B. Cavalcanti. 2015. Three new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Chapada dos Veadeiros, Brazil. *Arnaldia* 22: 297–312.
- Mendoza F., J. M., M. F. Simon, T. Reis, A. Fidelis & T. B. Cavalcanti. 2016. New endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Serra do Tombador in Goiás, Central Brazil. *Phytotaxa* 273: 147–157.
- Mendoza F., J. M., M. F. Simon, T. K.M. Arquelão & T. B. Cavalcanti. 2018. Novas espécies de *Manihot* (Euphorbiaceae) do Brasil Central. *Rodriguésia* 69: 915–932.
- Miller, P. 1754. *The gardeners Dictionary*, 4th Ed. Vol. 2. London.
- Müller Argoviensis, J. 1872. *Euphorbiacearum species novae*. *Flora* 55: 43.
- Müller Argoviensis, J. 1874. *Manihot* in *Flora Brasiliensis*. In: C.F.P. Martius & A.G. Eichler (editors). 11(2): 1269–1286.
- Nassar, N. M. A. 1985. *Manihot neusana* Nassar, a new species native to Parana, Brasil. *Ci. & Cult.* 38(2): 338–340.
- Pax, F. 1910. Euphorbiaceae, Adrianeae. In: Engler, A. (Ed.) *Das Pflanzenreich* IV.147.ii (Heft 44). W. Engelmann, Leipzig.
- Pohl, J.B.E. 1827 *Plantarum Brasiliae icones et descriptiones* 1(2). A. Strauss, Vindobonae (Vienna), pp. 37–60.
- Rogers, D. J. & Appan, S. G. 1973 *Manihot* and *Manihotoides* (Euphorbiaceae). A computer-assisted study. *Flora Neotropica*, monograph.

1. Capítulo I:

Arquitetura das inflorescências em *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae).

1.1. Introdução

As inflorescências em *Manihot* têm sido historicamente descritas como correspondentes a três formas básicas: racemos, espigas e panículas, com base no grau de ramificação das mesmas. Pohl (1827) utilizou somente o termo racemo para descrever as inflorescências das diferentes espécies do gênero *Manihot*. Posteriormente, Müller Argoviensis (1874), no tratamento do gênero para a Flora Brasiliensis, descreveu com maior detalhe as inflorescências das espécies brasileiras, introduzindo o termo racemo-espigiforme para nomear as inflorescências das espécies com flores masculinas sésseis e panícula para nomear as inflorescências compostas ou ramificadas.

Descrições das inflorescências em *Manihot* foram apresentadas por Rogers & Appan (1973) no tratamento do gênero para a Flora Neotropica, no qual os autores descreveram as diferentes formas e variações utilizando os termos propostos por Müller Argoviensis (1874). Rogers & Appan (1973) apresentaram 19 subtipos de inflorescências para o gênero, arranjados em três grupos principais, conforme apresentado na Tabela 1.

Os padrões de inflorescências apresentados por Rogers & Appan (1973), passaram a ser utilizados pela maioria dos autores que se seguiram, em descrições de novas espécies ou em tratamentos taxonômicos das seções de *Manihot*. O termo cimeira foi introduzido em *Manihot* por Rogers & Appan (1973), posteriormente, Orlandini (2016) descreveu como cimeira as inflorescências de todas as espécies da Amazônia brasileira que apresentavam flores pediceladas ao longo do eixo principal, e flores mais novas dispostas em posição apical. Segundo Orlandini (2016), as inflorescências são centrífugas com eixo terminado em uma flor, assim como os eixos secundários que vão surgindo.

Pereira *et al.* (2003) utilizaram equivocadamente o termo ciátio para descrever as flores de *Manihot esculenta* Crantz.

Tabela 1. Tipos de inflorescências em *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae), sensu Rogers & Appan (1973).

Racemos	Normais - flores estaminadas com pedicelos (com 7 subtipos) 1 Racemo solitário longo 2 Racemo solitário mediano 3 Racemo solitário curto 4 Racemo agrupado longo 5 Racemo agrupado mediano 6 Racemo agrupado curto 7 Racemo corimboide
	Subespigados - flores estaminadas sésseis (com 6 subtipos) 1 Racemo subespigado solitário longo 2 Racemo subespigado solitário mediano 3 Racemo subespigado solitário curto 4 Racemo subespigado agrupado longo 5 Racemo subespigado agrupado mediano 6 Racemo subespigado agrupado curto
Panículas	Inflorescências ramificadas e flores estaminadas pediceladas 1 Panícula ampla profusamente ramificado laxa 2 Panícula mediana laxa 3 Panícula mediana compacta 4 Panícula curta 5 Agrupamento de panículas
Cimeiras	Inflorescências com frutos opostos em formação nos eixos laterais, com flores já passadas 1 Inflorescência cimosa

Rodrigues (2007) observou dois padrões de crescimento diferentes nas inflorescências de *Manihot*. No primeiro a região de entrenós curtos tem vários entrenós, cada um com uma folha e um meristema axilar. Os mais distais formam paracládios (ramos laterais) que repetem o padrão da porção distal do eixo principal: um entrenó alongado e uma unidade de floração. Após a floração, da porção proximal da região de entrenós curtos desenvolve-se em novos eixos simpodiais que repetem toda a estrutura. No segundo padrão, a região de entrenós curtos consta somente de um entrenó com duas folhas e suas gemas axilares, e a porção do eixo entre a região de entrenós curtos e a unidade de floração pode se alongar ou ficar curta. Dos meristemas axilares da região de entrenós curtos desenvolvem-se um ou dois eixos simpodiais que vão repetir o mesmo padrão. No final da estação chuvosa, todo o sistema aéreo da planta seca, e só ficam os meristemas de inovação no xilopódio. A autora utiliza o termo botrioide para os casos em que a unidade de floração tem várias flores laterais e uma flor terminal estaminada e não bracteolada, que se desenvolve tardiamente em relação às flores laterais proximais. As flores laterais são

pediceladas e bibracteoladas, se desenvolvendo em sentido acrópeto na axila das brácteas do eixo principal da unidade de floração. O termo panícula é utilizado por Rodrigues (2007) para as espécies em que a unidade de floração é ramificada.

Como referido acima, a literatura descritiva de *Manihot* apresenta diferentes termos para definir os padrões de inflorescências no gênero como racemos, panículas e cimeiras, e estes termos são utilizados indistintamente, até para uma mesma espécie. Com o presente estudo buscou-se definir termos específicos que reflitam os padrões básicos de inflorescências em *Manihot* e suas variações.

1.2. Materiais e métodos

As inflorescências de 188 táxons de *Manihot* foram analisados incluindo espécimes frescos e espécimes de herbário (Anexo 1). Foram observadas cerca de 190 populações no seu habitat natural, correspondentes a 109 táxons. Foi possível fazer registros das variações dentro de cada população e entre populações de uma mesma espécie, incluindo fotografias detalhadas das inflorescências e suas partes. Para 44 táxons as inflorescências, em diferentes estádios de desenvolvimento, foram fixadas em solução de álcool a 70%, para posterior análise sob microscópio estereoscópico.

Para a análise da arquitetura das inflorescências em *Manihot* foi utilizada literatura especializada, particularmente os trabalhos de Troll (1964, 1969), Sell (1976), Weberling (1985, 1992) e Weberling *et al.* (1997) e trabalhos descritivos em *Manihot* como Pohl (1827), Müller Argoviensis (1874), Pax (1910), Rogers & Appan (1973) e Rodrigues (2007).

1.3. Desenvolvimento e arquitetura das inflorescências em *Manihot*

As espécies de *Manihot* florescem anualmente no período de chuvas (Rodrigues 2007), do final de novembro até março, no hemisfério sul, e de junho a agosto, no hemisfério Norte. Durante todo o período de floração, as espécies formam continuamente novas e sucessivas inflorescências. Poucas espécies apresentam floração esporádica ou eventual, com formação das flores e antese ocorrendo em um período de tempo curto e só uma ou raro duas vez ao ano.

Uma compreensão mais detalhada dos sistemas de inflorescências presentes em *Manihot* pode ser obtida a partir da terminologia proposta por Troll (1964) e Weberling

(1992). Troll (1964) subdividiu a sinflorescência nas seguintes partes: zona de enriquecimento (ZE), para a área que produz paracládios; zona de inibição (ZI), para a área que precede a zona de enriquecimento onde o crescimento de paracládios é inibido; e zona de inovação, exclusiva de plantas perenes, para a porção basal do caule, na qual brotos axilares não se desenvolvem dentro da mesma estação, mas produzem novos ramos na próxima estação. Segundo Weberling (1988), em plantas lenhosas, especialmente naquelas que crescem sob estresse ambiental, a inflorescência pode ser reduzida ou o zoneamento do sistema florífero pode ser extremamente alterado. A variação nos tamanhos relativos das diferentes zonas dos sistemas de florescimento é responsável pela diversidade dos padrões de inflorescências.

Com base no grau de ramificação, as sinflorescências podem ser classificadas em quantas vezes os paracládios são repetidos. Por exemplo, um racemo duplo é uma inflorescência ramificada uma vez com paracládios de primeira ordem, e é chamado de diplobotryum, um racemo triplo com paracládios de primeira e segunda ordem é um triplobotryum, e até múltiplos ordens de ramificação (mais de três) que são chamadas, no caso dos racemos, pleiobotrya (Weberling *et al.*, 1997). Além dos paracládios, nas sinflorescências também se distingue a inflorescência do eixo principal, ou florescência principal. Esta exibe as características do tipo de inflorescência e é utilizada como base para definir e classificar a sinflorescência como um todo. A florescência principal está situada acima das paracládios, na parte distal do eixo da inflorescência.

As espécies em *Manihot* apresentam um crescimento simpodial pela sucessão contínua e escalonada de módulos (Bathélemy & Caraglio, 2007) terminados a cada vez em uma unidade de floração (UF, *sensu* Sell, 1976; Rua, 1999). Cada novo módulo se posiciona sempre na axila da última folha de folhagem (às vezes, 2–3 folhas com entrenós muito reduzidos), e conta com seu próprio meristema vegetativo, que dará lugar à formação de um ou mais novos eixos de inovação, que formarão as próximas UFs. Este processo pode se repetir várias vezes, acumulando-se assim uma sucessão de ramos simpodiais em espécies arbóreas e arbustivas, de modo que cada módulo passa a ser um eixo de estrutura (Bell, 1994), ou secam completamente nas espécies subarbustivas ou hemicriptófitas.

As inflorescências em *Manihot* são monotélicas onde cada UF, apresenta em sua parte proximal e sobre o eixo principal, uma área com um número variável de entrenós (“região de entrenós longos” - REL, *sensu* Sell, 1976), de tamanho variável (1–50 cm de comprimento ou mais dependendo da espécie), com folhas vegetativas, seguido de uma área de entrenós extremamente curtos (“região de entrenós curtos” - REC, *sensu* Sell,

1976), com folhas vegetativas e brácteas (ferófilos). Esta área (REC) normalmente mede entre 1–2 mm de comprimento (Fig. 1A). Assim, cada nova UF é constituída de uma REL proximal e uma REC distal, seguidas de uma UF terminal, esta última precedida de um entrenó alongado (pedúnculo). Em algumas espécies de *Manihot*, o eixo florífero central pode permanecer muito pequeno em relação à zona paracladial (ex. *M. alutacea* D.J. Rogers & Appan, *M. condensata* D.J. Rogers & Appan), enquanto em outras espécies (ex. *M. erecta* M. Mend. & T.B. Cavalc. e *M. nana* Müll. Arg.), predomina o eixo florífero central, embora a zona paracladial também possa ser bem desenvolvido.

Em *Manihot* a REC apresenta tanto meristemas axilares, que darão lugar a novos eixos de inovação (EI, *sensu* Rua, 1999), como meristemas reprodutivos, que darão lugar à formação da UF terminal e dependendo da espécie, paracládios longos (Pcl, *sensu* Rua, 1999) e / ou paracládios curtos (Pcc, *sensu* Weberling *et al.*, 1997) antecedendo à UF terminal (Fig. 1). Esta parte (a mais proximal da REC), se comporta como uma zona de inovação interativa (ZII, *sensu* Troll, 1964) e até onde se sabe, dentro do gênero está sempre situada nessa posição (Fig. 1A). Por consequência, cada módulo corresponde a um eixo de inovação interativa, terminando em inflorescência (Weberling *et al.* 1997).

Na REC, da axila de cada folha vegetativa, área reconhecida como ZII, é dado lugar a um novo eixo de inovação, podendo assim (dependendo da espécie) desenvolver 1 até 5 ramos (mesmo número de folhas vegetativas). Na região distal da REC, nas axilas dos ferófilos, se dá a formação de uma UF, normalmente desenvolvendo-se de modo siléptico de 1 até 5 UF laterais muito próximas, aparentando 2–6 racemos saindo de um mesmo ponto (Fig. 2G-H), e a partir desse ponto, se forma uma inflorescência terminal (normalmente mais desenvolvida) finalizada por uma flor.

Em alguns casos de espécies arbustivas e arbóreas, a inflorescência pode apresentar o eixo florífero central com paracládios na parte mais distal da REC (Fig. 1D; 2K-L; 3 G). A inflorescência central se apresenta geralmente mais alongada que as laterais, com um pedúnculo bem desenvolvido e com um número variável de flores estaminadas (salvo raríssimas exceções, uma flor pistilada na base dos paracládios), alternadamente dispostas até terminar em uma flor apical (Fig. 1A). Os paracládios estão dispostos alternadamente, são gradualmente decrescentes no sentido distal, e repetem o padrão do eixo central, o que confere a esta inflorescência o aspecto triangular (Fig. 2K-L; 3G). Em espécies de menor porte, o número de ramificações do eixo central pode ser reduzido a um ou dois ramos alternos e mais reduzidos (Fig. 2F, J; 3D).

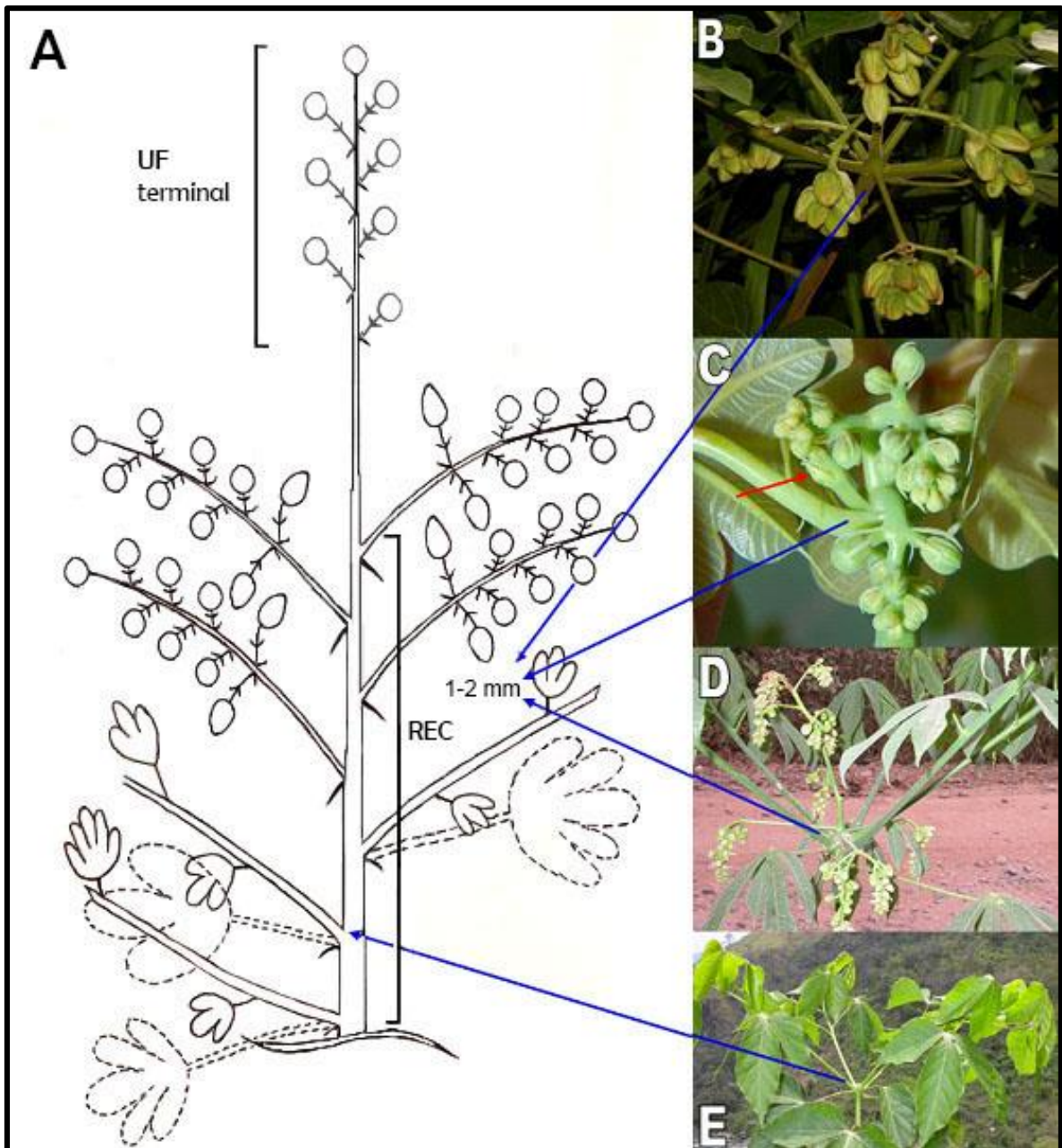


Figura 1. Inflorescência em *Manihot*. A, Esquema da Região de Entrenós Curtos (REC) amplificada detalhando eixos de inovação e eixos floríferos. B, *M. anomala*, inflorescência com eixo florífero principal ramificado, dois eixos floríferos laterais e quatro eixos de inovação. C, *M. quinqueloba*, inflorescência jovem com eixo principal ramificado, eixo florífero lateral, e eixo de inovação em formação (seta vermelha). D, *M. condensata*, inflorescência com eixo florífero ramificado, três eixos floríferos laterais também ramificados e cinco eixos de inovação partindo da axila de uma folhas vegetativas. E, *M. anomala*, ramo vegetativo com quatro eixos de inovação partindo da REC, mostrando ramificação policotômica.

Nas espécies que apresentam paracládios na porção mais proximal da REC, com seus respectivos eixos floríferos (1–5, dependendo da espécie), em sua porção proximal, são exibidas duas flores pistiladas, sempre pediceladas, normalmente opostas ou subopostas, ou eventualmente alternas, seguidas de um número variável de flores estaminadas pediceladas ou não, dispostas alternativamente até formar uma flor terminal de desenvolvimento tardio (Rodrigues 2007). Cada flor, seja pistilada ou estaminada, apresenta uma bráctea na base, seguida de duas bractéolas mais reduzidas, exceto a flor terminal, que carece de ambas estruturas, mas usualmente antecedida por 1–2 flores abortadas (as quais parecem brácteas na base da flor apical). Eventualmente, estas inflorescências laterais podem sofrer uma redução do número de flores masculinas, mas mantendo as duas flores pistiladas, o que proporciona o aspecto de uma cimeira (Fig. 2E-F). Em outros casos, ainda menos frequentes, estes ramos laterais da parte mais distal da REC, sofrem reduções drásticas e se apresentam com aparência de racemos simples com flores pistiladas solitárias (Fig. 2C; 3B), ou com 1–5 flores pistiladas saindo do mesmo ponto na base (Fig. 2C, E).

1.4. Terminologia descritiva para as inflorescências em *Manihot*

As estruturas floríferas no *Manihot* apresentam-se como inflorescências terminais, do tipo monotélico, com formação tardia da flor terminal. A partir de um padrão básico principal, botriode, as variações observadas estão relacionadas à presença e ausência de ramificações, o grau de desenvolvimento dos ramos laterais e presença e ausência de pedicelo nas flores estaminadas (as flores pistiladas são sempre pediceladas). A partir destas variações, a seguinte terminologia é adotada:

Botrioides simples: Eixo florífero único finalizado por uma flor terminal, com 1–3 flores laterais pistiladas na porção proximal do eixo floral, pediceladas, alternas, precedidas por um entrenó alongado (proporcionando uma separação evidente entre flores pistiladas e estaminadas), seguido de um número variável de flores estaminadas, pediceladas e alternas (Fig. 2A-B; 3A). Em algumas espécies (ex. *M. orbicularis* Pohl, *purpúreo-costata* Pohl) as flores estaminadas são sésseis, configurando um botriode simples espiciforme ou estaquioide (Fig. 3A).

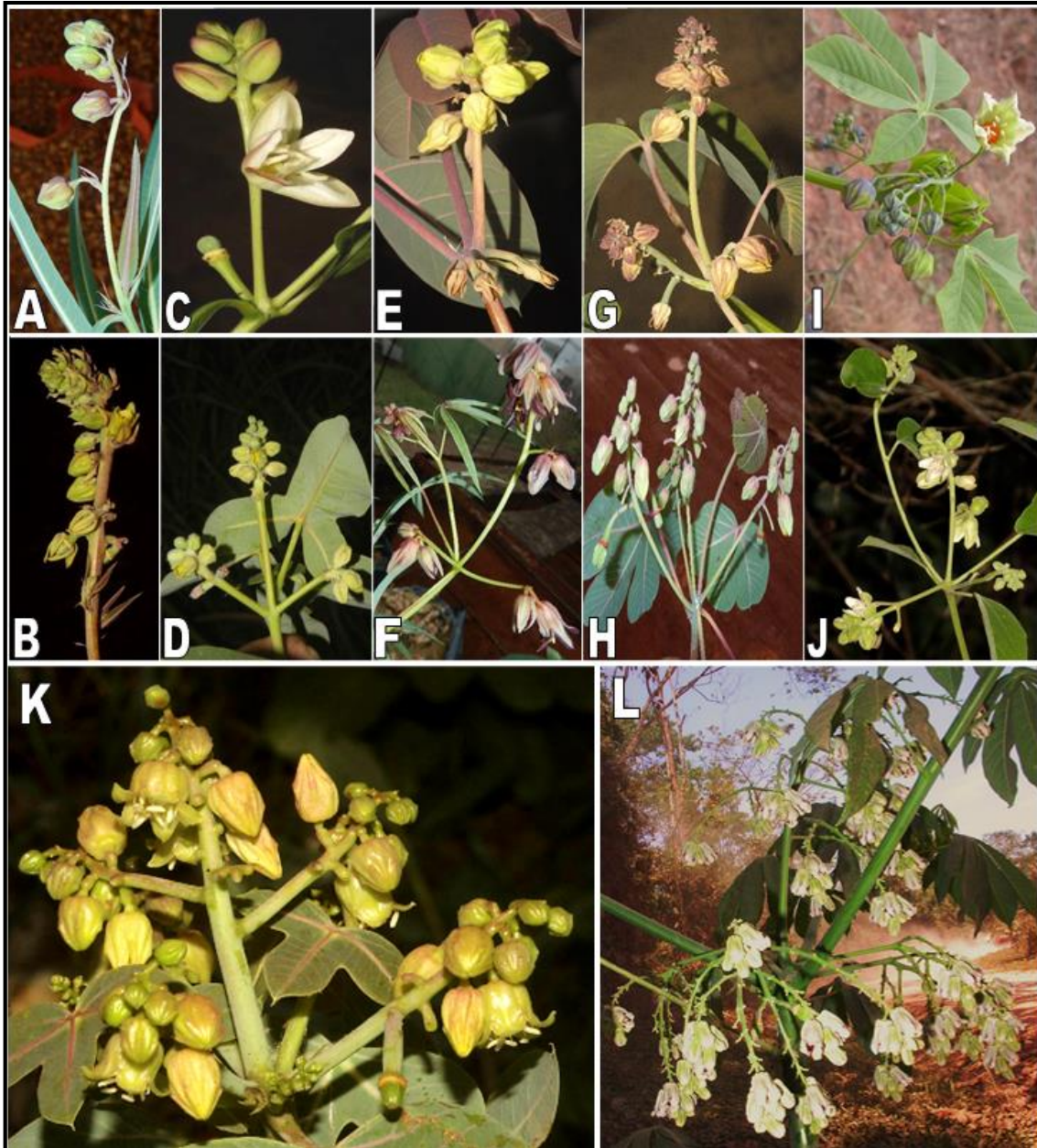


Figura 2. Tipos de inflorescências em *Manihot*. A-B, Botrioides simples, flores ♀ no ápice do eixo florífero, precedidas por flores ♂, ausência de eixos laterais (*Manihot appani* e *M. tombadorensis*, respectivamente). C, Diplobotriode depauperado, eixo florífero central com eixo lateral reduzido, aparentando flor ♀ solitária na base (*M. arenaria*). D, Diplobotriode espiciforme ou estaquiode, eixo florífero central com dois eixos laterais (*M. sparsifolia*). E, Diplobotriode depauperado, eixo florífero central com 2 eixos floríferos laterais reduzidos (*M. purpúrea*). F, Diplobotriode depauperado, dois eixos floríferos laterais (*M. falcata*). G-H, Diplobotriode, eixo florífero central e 2–3 eixos floríferos laterais (*Manihot* sp. nov. 1 e *M. polyantha*, respectivamente). I, Diplobotriode, eixo florífero central e 1–2 eixos floríferos laterais (*M. anisophylla*). J, Diplobotriode espiciforme ou estaquiode depauperado, e dois eixos laterais (*M. anomala*). K, Diplobotriode, eixo florífero central ramificado, e três eixos laterais (*Manihot* sp. nov. 2). L, Triplobotriode, com eixos floríferos centrais e laterais ramificados, quatro eixos laterais (*M. condensata*).

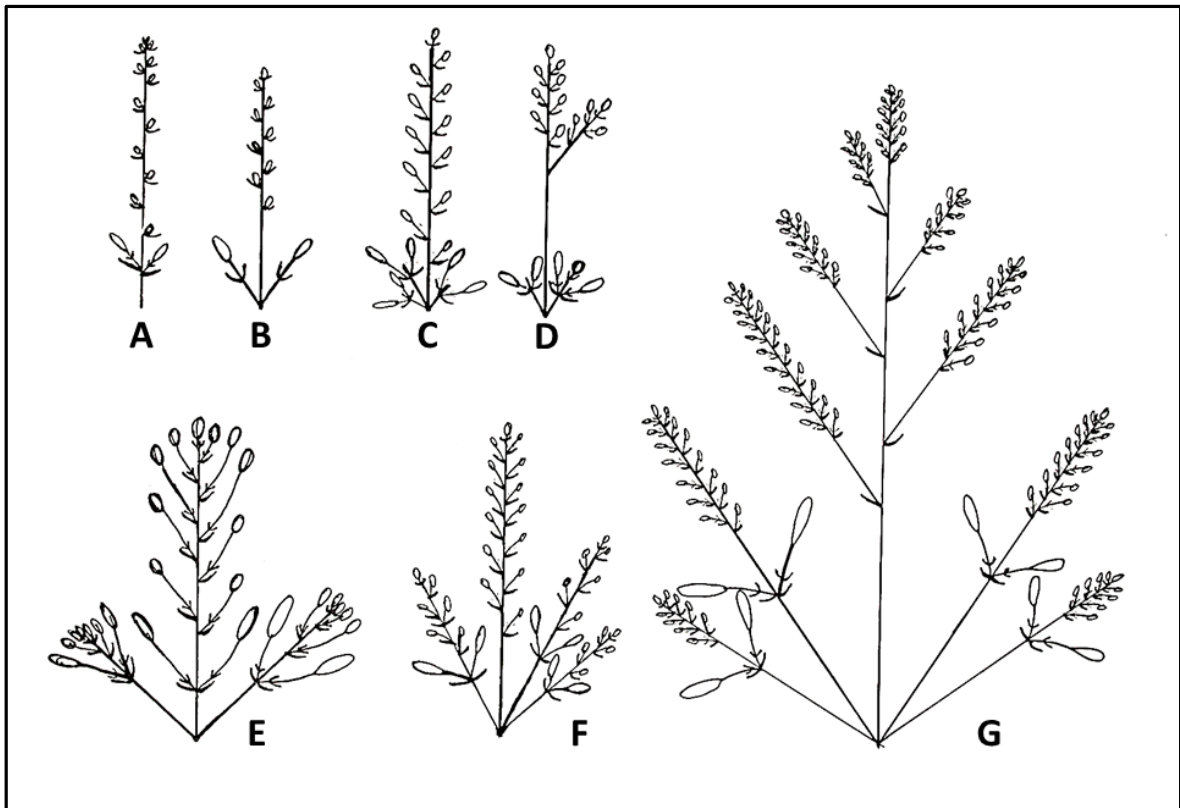


Figura 3: Representação esquemática das inflorescências em *Manihot*. A, Botrioides simples espiciforme ou estaquioides, flores ♀ subopostas no início do eixo florífero, ausência de eixos laterais. B) Diplobotrioides espiciforme ou diploestaquioides depauperado, um eixo central + 2 e dois eixos laterais depauperados da base, aparência de flores ♀ solitárias. C, Diplobotrioides depauperado, eixo florífero central e três eixos floríferos laterais depauperados na base. D, Diplobotrioides depauperado, eixo florífero central e dois eixos floríferos laterais depauperados na base. E-F, Diplobotrioides depauperados, um eixo florífero central, com 2–3 eixos laterais na base. G, Diplobotrioides, eixo florífero central ramificado e quatro eixos laterais na base.

Botrioides compostos (diplobotrioides ou triplobotrioides): Eixo florífero principal finalizado por uma flor terminal e 1–3 eixos laterais muito reduzidos, finalizado por uma flor terminal e partindo da axila dos ferofilos na base do eixo principal (Fig. 2E; 3C). O eixo principal apresenta um número variável de flores estaminadas pediceladas, alternas, finalizado por uma flor terminal. Os eixos laterais podem apresentar apenas as flores pistiladas da base 1–2 (raro 3), quando as flores estaminadas não se formam ou abortam muito cedo (Fig. 2C, E; 3C). Os eixos laterais podem ser muito reduzidos com 1–2 flores, longo-pedunculadas, partindo da base da inflorescência, como também os eixos laterais. podem ser mais desenvolvidos e partirem de forma alternada e repetindo a estrutura do eixo

principal, diminuindo em comprimento em direção ao ápice do eixo principal (diplobotrioides ou triplo botrioides depauperados, Fig. 1B, D; 2F, K, L; 3D, G). Em algumas espécies (*Manihot erecta*, *M. sparsifolia*) as flores estaminadas são sésseis, configurando um diplobotrióide ou triplobotrióide espiciforme ou estaquioide (Fig. 2D, J); apresentando também as mesmas variações já citadas.

1.5. Considerações finais

As variações encontradas nas inflorescências de *Manihot*, a partir do padrão básico botrióide estão relacionadas ao comprimento dos internós, se mais alongados ou bastante encurtados, modificando drasticamente o aspecto entre estas duas situações. Outras variações encontradas envolvem a presença e ausência de pedicelo e presença ou ausência de ramificações do eixo florífero principal.

O termo panícula, utilizado por Roger & Appan (1973) e Rodrigues (2007) para as inflorescências compostas de *Manihot*, não é bem aplicado, tendo em vista que a flor terminal apresenta desenvolvimento tardio. Nas panículas a flor terminal assume a posição dominante e, portanto, é a primeira a abrir, antes das flores laterais (Weberling, 1989), o que não é o caso em *Manihot*, cujas flores laterais se desenvolvem em sentido acrópeto.

Da mesma forma, o termo cimeira, utilizado por Orlandini (2016) para as espécies amazônicas de *Manihot*, não é bem aplicado. Uma cimeira é uma inflorescência parcial constituída por uma flor terminal enriquecida a partir de ramificações axilares de seus perfis (Troll & Weberling, 1989 apud Rua, 1999), com a flor terminal assumindo a posição dominante, ou seja, abrindo antes das flores laterais, como na panícula, situação que não ocorre em *Manihot*. As 15 espécies registradas por Orlandini (2016) para a Amazônia apresentam inflorescências ramificadas correspondentes a diplobotrioides. Os dois padrões de crescimento referidos por Rodrigues (2007) para *Manihot* puderam ser observados com clareza no presente estudo. Estes padrões são refletidos na altura das plantas. No primeiro padrão de crescimento, o qual apresenta vários entrenós, as plantas apresentam 1,5–3 m de altura (ex. *M. esculenta*). No segundo padrão, onde a região de entrenós curtos consta somente de um entrenó com duas folhas e suas gemas axilares, as plantas são baixas, entre 20–70 cm de altura (exs. *M. violaceae* Pohl e *M. gracilis* Pohl) e várias são hemicriptófitas.

1.6. Literatura citada

- Bathélemy, D & Y. Caraglio. 2007 Plant Architecture: A Dynamic, Multilevel and Comprehensive Approach to Plant Form, Structure and Ontogeny. *Annals of Botany* 99: 375–407.
- Bell, A. D. 1994. A summary of the branching process in plants. En: Igram D. S. Hudson, A. (eds.), *Shape and form in plants and fungi*. Linn. Soc. Symposium, Ser. 16: 119–142. Academic Press, London.
- Müller Argoviensis, J. 1874. *Manihot* in *Flora Brasiliensis*. In: C.F.P. Martius & A.G. Eichler (eds.). 11(2): 1269–1286.
- Orlandini, P. O gênero *Manihot* Mill (Euphorbiaceae) na Amazônia brasileira. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil. 2016.
- Pax, F. 1910. Euphorbiaceae, Adrianeae. In: Engler, A. (Ed.) *Das Pflanzenreich IV.147.ii (Heft 44)*. W. Engelmann, Leipzig.
- Perera, P. I. P., M. Quintero, B. Dedicova, J. D. J. S. Kularatne, H. Ceballos. 2013. Comparative morphology, biology and histology of reproductive development in three lines of *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae: Crotonoideae). *AoB PLANTS* 5: pls046
- Pohl, J.B.E. (1827) *Plantarum Brasiliae icones et descriptiones* 1(2). A. Strauss, Vindobonae (Vienna), pp. 37–60.
- Rodrigues, A.S. 2007. As tribos Dalechampieae Müll. Arg. E *Manihoteae* Melichor (Euphorbiaceae) no Distrito Federal, Brasil. [Tese de Mestrado]. Brasil: Departamento de Botânica. Universidade de Brasília.
- Rogers, D. J. & Appan, S. G. (1973) *Manihot* and *Manihotoides* (Euphorbiaceae). A computer-assisted study. *Flora Neotropica*, monograph no. 13. Hafner Press, New York.
- Rua, G. H. 1999. Inflorescencias bases teóricas para su análisis. *Sociedad Argentina de Botanica*, pp 1–100.
- Sell, Y. 1976. Tendances évolutives parmi les complexes in florescentiels. *Rev. Gen. Bot.* 83: 47–67.
- Troll, W. 1964. Die infloreszenzen, typologie und stellung in aufbau das vegetationskörpers I. G. Fischer, Stuttgart.
- Troll, W. 1969. Die infloreszenzen, typologie und stellung in aufbau das vegetationskörpers II/1. G. Fischer, Stuttgart.
- Weberling, F. 1985. Aspectos modernos de la morfología de las inflorescencias. *Bol. Soc. Arg. Bot.* 24: 1–28.
- Weberling, F. 1988. The architecture of inflorescences in the Myrtales. *Nov. on* 75: 226–310.
- Weberling, F. 1989. Structure and evolutionary tendencies of inflorescences in the Leguminosae. En: Striton, c. H. *Syst. Bot. Moonograph* 29: 35–58.

- Weberling, F. 1992. Morphology of flowers and inflorescences. Press Syndicate of the University of Cambridge. USA. pp 1–405.
- Weberling, F., U. Müller-Doblies, D. Müller-Doblies & G. H. Rúa. 1997. Hacia una terminología descriptiva y morfológico-comparativa para inflorescencias complejas. Bol. Soc. Arg. Bot. 32: 171-184.

2. Capítulo II:

Synopsis of *Manihot* species (Euphorbiaceae) with non-lobed leaves

J. MOISES MENDOZA F.*^{1,3} & TACIANA B. CAVALCANTI.²

¹ Department of Botany, University of Brasília, Darcy Ribeiro University Campus, Asa Norte, PO Box 04457, 70910-970, Brasília, DF, Brazil.

² Embrapa Genetic Resources and Biotechnology, Embrapa Cenargen, Brasília Parque Estação Biológica s.n., C. Postal 20372, CEP 70770-917, Brasília, DF, Brazil.

³ Herbario del Oriente Boliviano (USZ), Museo de Historia Natural “Noel Kempff Mercado”, Av. Irala 565, Casilla 2489 Correo Central, Santa Cruz, Bolivia.

* Corresponding author, email: mmendoza52@yahoo.com

2.1. Abstract

A synopsis of distinctive morphological species of *Manihot* grouped by non-lobed leaves, is presented. A total of 18 species are recognized in the group, for which six lectotypes are designated. Three species: *M. brachystachys*, *M. linearifolia* and *M. mattogrossensis* are revalidated names. An identification key and comments on the nearest morphological species as well as on ecological aspects and distribution for each species are included.

Key Words: Bolivia, Brazil, Cerrado, endemism, highlands, unlobed leaves.

2.2. Introduction

Manihot Mill. is a Neotropical genus of small trees to shrubs, subshrubs or herbs which occurs from the northern United States to Argentina, with about 109 species (Mendoza, 2014) broadly variable in the shape of the leaves, but with narrow variation in inflorescence, floral and fruit morphology. The main center of diversity is Brazil, and a secondary center of diversity is Mexico and Guatemala (Rogers & Appan, 1973). In Brazil, the highlands of Central Brazil formed by a heterogeneous landscape with different vegetation types is an important center of diversity and endemism to *Manihot*.

The infrageneric classification for *Manihot* was established by Pax (1910) with 11 taxonomic sections. Rogers & Appan (1973) carried out the most complete treatment for the genus, in which 98 species were recognized grouped in 19 sections, adding eight sections to the classification proposed by Pax (1910).

Allem (1989a) performed the revision of *Manihot* section *Quinquelobae* Pax using morphological and anatomical data, recognizing 10 species and four varieties. The work of Allem (1978, 1979, 1989a, 1989b, 1999, 2001) has added a considerable number of taxa for different sections of the genus, and is a valuable contribution to the knowledge of the genus in Brazil.

More recently, *Manihot* has been the focus of molecular phylogenetic studies, initially by Chacon *et al.* (2008) using tree plastid regions (accD-psaI spacer, trnL-F spacer, and trnL intron) and one nuclear DNA gene (G3pdh) for 28 native species and 3 subspecies of *M. esculenta* Crantz, and by Duputié *et al.* (2011), using the nuclear genes G3pdh, NIA-i3 and non-coding chloroplast region trnC–D, markers and including the biogeographic study of *Manihot*, with 52 native species and the three subspecies of *M. esculenta*. According to both studies *Manihot* is monophyletic, originated in Mesoamerica, and the sections proposed by Pax (1910) and Rogers & Appan (1973) are polyphyletic.

The species analyzed were included in the section *Brevipetiolatae* Pax, a morphological section characterized by Pax (1910) by the sessile to subsessile unlobed leaves with entire margin, easy to distinguish from the vast majority of species of the genus which present lobate to palmatipartite leaves. The section was recognized by Rogers & Appan (1973) with a reduction of the number of species from 10 to six distributed in the Cerrado Biome between Bolivia and Brazil, and with a complementation in its characterization including characters as subshrubby to shrubby or perennial herbaceous habit and sessile to subsessile unlobed leaves. Although *Manihot* section *Brevipetiolatae* is not a monophyletic group (Chacon *et al.*, 2008, Duputié *et al.*, 2011). it is being used here to delimit the taxonomic work, to evaluate the species, typifications and to provide an identification key to species with unilobated leaves adding the newly described unilobed species (Mendoza 2014, Mendoza & Cavalcanti 2015; Mendoza & Martins 2018; Mendoza *et al.* 2015; 2016, 2018; Silva & Sodr e 2014; Silva 2015).

2.3. Materials and methods

This treatment is based on the detailed examination of herbarium specimens, type materials, original descriptions, and observations of plants in the field.

Specimens of 35 herbaria were examined. From Bolivia; HSB, LPB, USZ; from Brazil: ALBC, BHCB, CEN, COR, CGMS, ESA, HB, HEPH, HRCB, HUEFS, IAN, IBGE, INPA, MBM, MG, R, RB, SP, SPF, UB, UEC, From United States: NA, MO US; and high resolution digital images of the type material and other historical collections from American and European herbaria: BR, F, G, K, L, M, NY, P, S, W, available on JStor database, digital herbarium collections, or from specific request to herbaria of digitalized images.

The typification was made according McNeill *et al.* (2012), the abbreviation of the author of plants names followed Brummitt & Powell (1992), the herbaria acronyms are according to the Index Herbarium Thiers (continuously updated), the journal abbreviations are according to Lawrence *et al.* (1968) and Bridson & Smith (1991), and book title abbreviations, followed Stafleu & Cowan (1976-88) and Stafleu & Mennega (1992-2000).

For the taxonomic study and to perform typifications an artificial group was chosen that includes all the species of the genus that present leaves unlobed, sessile or subsessile, with ≤ 0.5 mm long ", many of which were included in the *Brevipetiolatae* section, defined by Pax (1910).

2.4 Taxonomic treatment

Manihot Mill. sect. *Brevipetiolatae* Pax emend Rogers & Appan, Fl. Neotrop. Monogr. 13: 215. 1973. *Manihot* sect. *Brevipetiolatae* Pax in Engler, Pflanzenreich IV. 147(Heft 44): 95. 1910. Type: *Manihot orbicularis* Pohl.

Manihot sect. *Weddellianae* Pax in Engler, Pflanzenreich IV. 147(Heft 44): 98. 1910. Type: *Manihot weddelliana* Baill.

Perennial monoecious species. Shrubs, subshrubs or herbaceous-subshrubs, ca 0.15–1(-2.1) m tall; with erect, suberect, decumbent, procumbent to ascendant stems, arising from a woody base, sometimes caespitose. Leaves not peltate, sessile to subsessile < 0.5 mm long, spiral to strictly alternate or basal rosete; regularly distributed along the stem or concentrated at apex, usually glabrous; stipules caducous or persistent, setaceous, linear to linear-lanceolate; 1.5–15 mm long, margin entire, dentate or laciniate, glabrous or pubescent; petioles usually slightly canaliculate on the adaxial face, reduced, 0–0.5(-10) mm long; lamina membranaceous to slightly coriaceous, not lobate, orbicular, ovate, obovate, elliptic to linear, margin entire, dentate or pandurate. Compound to simple botryoids, sometimes staquioids, branched at the base or along the main axis, lax or

congested; bracts and bracteoles caducous or persistent, bracts setaceous, semifoliateous or foliateous, margin entire, dentate or lacinate. Flowers unisexual, perianth monoclamiaceous, pentamerous, pedicelate or sessile, usually glabrous on the outer surface and sparsely pubescent on inner surface; staminate flowers gamotepalous, stamens 10 didynamous whorls of 5; nectariferous disc usually lobed; pistillate flowers solitaires or 2–3; dialitepalous or gamotepalous; ovary 3-carpellate, 3-locular, styles 3, lobed. Capsules globose, subcylindrical, ovoid to conical, ribs present or absent or fine white linear depressions replacing ribs; seeds usually elliptic, dorsally prominent, caruncle persistent, prominent or reduced.

Notes about typifications.

1. Pohl's collections: Pohl specimens may bear two numbers, a field number and a number from his diary (D) referring to the same specimen. In the typifications below, Pohl's field number is followed by Pohl's diary number. For example, *Pohl 2130=D 1703*.
2. Duplicates of Pohl's collections went to other herbaria without complete label information from his field diary (Wahnöffer, pers. comm). The majority of these duplicates lack a number. For this reason, there are unnumbered duplicates of Pohl's collections (*Pohl s.n.*) at BR, K, G, M, and OXF, which are here considered to be duplicates of the types.

Key to *Manihot* species of non-lobed leaves

1. Leaf blade linear, linear-lanceolate to narrowly elliptic, <1.2 cm wide (rare, only some leaves, 2 cm wide, in *M. appanii* and *M. linearifolia*).
2. Habit in rosette basal, with one central stem, 50–150 cm alt.; staquoids with flowers of both sexes, pistillate flowers alternate near at base 6. *M. erecta*
2. Habit not in rosette basal, with 3 to numerous stems arising from a woody base, <50 cm alt.; botryoids, rare staquoids (in *M. linearifolia*), central axis with staminate flowers only, pistillate flowers solitaires or opposite at.
3. Pistillate flowers gamotepalous, stipules, >5 mm long; bracts persistent, ≥5 mm long.
4. Subshrubs cespitose, ≤25 cm tall, stipules strongly lacinate; inflorescence with central axis always branched, pistillate flowers short-widely campanulate 15. *M. saxatilis*

- 4. Shrubs erect to suberect, 40–80 cm tall, stipules entire (not lacinate); inflorescence with central axis entire (exceptionally branched), pistillate flowers long tubular-campanulate 1. *M. appanii*
- 3. Pistillate flowers dialytepalous; stipules reduced, ≤ 2 mm long; bracts caducous, ≤ 4 mm long.
 - 5. Stems 3–5, procumbent to ascendant; inflorescence congested, pauciflorus (≤ 7 flowers), pedicels 0–0.5 mm long in staminate flowers 8. *M. linearifolia*
 - 5. Stems numerous from a woody base, erect; inflorescence lax, multiflorus (> 8 flowers), pedicels 2–5 mm long in staminate flowers 16. *M. stricta*
- 1. Leaf blade orbicular, ovate, obovate, oblanceolate, narrowly elliptic, lanceolate or narrow-lanceolate, > 1.5 cm wide.
 - 6. Staquioids, bracts reduced, ≤ 2 mm long.
 - 7. Leaves spirally alternate; pistillate flowers erect, capsules finely winged 10. *M. orbicularis*
 - 7. Leaves strictly alternate; pistillate flowers pendulous, capsules not winged 12. *M. purpureocostata*
 - 6. Botryoids, bracts laminar, ≥ 4 mm long.
 - 8. Leaf blade lanceolate to narrow-lanceolate, elliptic to narrowly elliptic.
 - 9. Leaf blade pandurate or dentate to serrate, bracts lacinate.
 - 10. Erect shrub, 40–60 cm tall, single stem; leaf margin dentate; inflorescence lax, 5–7.5 cm long. 18. *M. weddelliana*
 - 10. Suberect to decumbent subshrub, ≤ 25 cm tall, 2–3 stems from a common base; leaf margin pandurate; inflorescence congested, < 4 cm long. 11. *M. pandurata*
 - 9. Leaf blade entire; bracts entire or rare finely dentate.
 - 11. Leaf blade attenuate, secondary veins numerous (50–60), forming 80–90° angle in relation to primaries..... 3. *M. attenuata*
 - 11. Leaf blade not attenuate, secondary venation moderately numerous (ca.30), forming 40–50° angle in relation to primaries.
 - 12. Leaf blade ≤ 1.8 cm wide; bracts margin not undulate
 - 13. Inflorescence congested, bracts always entire, 4–5 mm long; pistillate flowers gamotepalous and pendulous.. 4. *M. brachystachys*
 - 13. Inflorescence lax, bracts entire or finely dentate, > 8 mm long;

- pistillate flowers dialytpalous and erect 7. *M. glauca*
12. Leaf blade > 2 cm wide; bracts margin undulated.
14. Habit erect with a single robust central stem, ramification on upper part; pistillate flowers gamotepalous and opposite disposition at base 13. *M. robusta*
14. Habit caespitose, 2–3 stems from a common base, ramification basal; pistillate flowers dialytpalous, alternately disposed at base 17. *M. tombadorensis*
8. Leaf blade ovate, obovate, oblong or oblanceolate.
15. Leaf blade oblanceolate; bracts, ≤5 mm long, staminate flowers subsessile, pedicels 0.5–1.5 mm long 2. *M. arenaria*
15. Leaf blade ovate, obovate or oblong; bracts, >6 mm long, staminate flowers pedicelate, >2 mm long.
16. 15–20 cm alt., stem single; inflorescence congested, central axis with flowers of both sexes 5. *M. decurrens*
16. >50 cm alt., stem 3 to numerous; inflorescence lax, central axis with only staminate flowers.
17. Leaf blade, ≤3.5 cm wide; botryoids with staminate flowers only, staminate flowers long-campanulate 14. *M. salicifolia*
17. Leaf blade, >4 cm wide, botryoids with flowers of both sexes; staminate flowers globose-campanulate 9. *M. mattogrossensis*

1. ***Manihot appanii*** M. J. Silva, Syst. Bot. 40: 168. 2015. Type: Brazil. Goiás: Mun. Alto Paraíso de Goiás, Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, imediações do Morro do Japonês, ca. 10 km de Alto Paraíso de Goiás em direção a Teresina de Goiás, 14°03'43"S, 47°30'14"W, 1066 m, 25 May 2012, *M.J. Silva, R.C. Sodré, J.P. Santos, L.C.S. Almeida, & M.M. Dantas 4204* (holotype: UFG-60359!; isotypes: NY not seen, UB-60359!). Figure 1A.

Manihot appanii is characterized by its erect to suberect habit, 40–80 cm high, with 3 to numerous, decumbent to ascendant stems arising from a woody base; stipules setaceous, >5 mm long, margin entire; lamina linear to very narrowly elliptic, usually <1.2 cm wide or very rare, only some leaves, 2 cm wide; inflorescence lax and variable, botryoids to depauperate diplobotryoids with 1–2 solitary pistillate flowers, at base, to

rarely diplobotryoids, with 1–2 reduced paraclades, all from same point; bracts laminar, >5 mm long, persistent; pistillate flowers gamotepalous and long tubular-campanulate. Morphologically, *M. appanii* is related to *M. linearifolia* Müll. Arg., with which shares erect to suberect habit, leaves in alternate, regular and widely spaced on stems, stipules caducous and fruits without ribs. *Manihot linearifolia* differs from *M. appanii* by its stipules reduced ≤ 2 mm long; congested pauciflorous, depauperate staquioids (1–2 solitary pistillate flowers, at base); bracts, ≤ 4 mm long and pistillate flowers dialitepalous.

Distribution and ecology: Endemic from Chapada dos Veadeiros. The species grows in fragments of cerrado *sensu stricto* and scrub grassland, also in cerrado rupestre, at 1100–1400 m elevation. Flowers from November to May, fruits from January to May.

Selected specimens examined. **BRAZIL. Goiás:** Mun. Alto Paraíso de Goiás, Chapada dos Veadeiros, ca. 800 m Oeste da GO-118, e 100 m lado direito, lado urbanização mia casa mia vida. 14°07'58"S, 47°31'47"W, 1178 m, 02 Feb. 2014, *M. Mendoza et al.* 5136 (CEN, MBM, MO, RB, SP, USZ); ca 15 km W of Alto Paraíso de Goiás, 12 Feb. 1966, *H. S. Irwin* 12654 (NY, SP, UB); GO-118, a 330 m do trevo GO-239, sentido Brasília, periferia da cidade de Alto Paraíso, 14°08'43"S, 47°31'15"W, 1252 m, 16 May 2015, *M. Mendoza, J.E.Q. Faria Jr. & D. Villaroel* 5001 (CEN, HUEFS, MO, RB, UB, USZ); GO-118, ca. 9,5 km do trevo GO-239, sentido Cavalcante, e entrando 100 m da estrada (lado direito), 14°03'39"S, 47°30'13"W, 1410 m, 05 Dec. 2015, *M. Mendoza, A.A. Santos & T.K.M. Arquelão* 5122 (CEN, HRCB, HUEFS, K, LPB, MO, NY, R, UB, USZ); Rod. GO-239, ca. 4 km da GO-118, sentido Nova Roma. 14°06'57"S, 47°29'56"W, 1093 m, 02 Nov. 2014, *M. Mendoza et al.* 4361 (CEN, K, LPB, NY, USZ).

2. *Manihot arenaria* M. Mend. Brittonia 66: 108. 2014. Type: Bolívia. Santa Cruz: Prov. Chiquitos, carretera vieja Taperas – Roboré, km 25, 18°06'36"S, 60°21'37"W, 549 m, 26 Nov. 2009, *J.R.I. Wood, P. Pozo, C. Hughes, M. Atahuachi & M. Mendoza* 26507 (holotipo: USZ-97260!; isotipos: K-895681!, LPB!, NY!, UB not seen). Figure 1B.

Manihot arenaria is characterized by the shrub habit of 40–80 cm high, with 2–4 erect to ascendant stems arising from a woody base; leaves oblanceolate; diplobotryoids with 2–4 paraclades, all from same point, rarely depauperate, short pedicels of 0.5–1.5 mm long in staminate flowers; bracts setaceous of 4–5 mm long with margin entire and staminate flowers short-campanulate. *Manihot arenaria* is morphologically similar to *M. salicifolia* Pohl, with which it shares unilobate leaves, dialitepalous pistillate flowers and

fruits without ribs. *Manihot salicifolia* differs from *M. arenaria* by its shrub habit of 0.8–2.1 m tall, with numerous erect to ascending stems arising from the base; depauperate diplobotryoids; bracts foliaceous, 9–15 mm long, with dentate to lacinate margin.

Distribution and ecology. Endemic species of Cerrado Biome on lowlands of Bolivia. Known only from two dispersed populations on Santa Cruz department. The species grows in cerrado and campo sujo areas, surrounded with opened forest or cerrado, at 200–530 m elevation. Flowers from November to January, fruits from January to April.

Examined specimens. **BOLIVIA. Santa Cruz:** Prov. Chiquitos: TCO Santa Teresita, cerca al lugar llamado “Cimi”, 402 m, 17 Dic. 2004, *J.B. Alarcon et al.* 7 (USZ); 33 km al E de Taperas yendo hacia Roboré, 18°19'S, 60°00'W, 200 m, 11 Nov. 1996, *A. Jardim & F. Mamani* 3663 (MO); ca. 30 km de Taperas sobre el camino viejo a Roboré, 18°08'36"S, 60°20'17"W, 475 m, 11 Abr. 2008, *M. Mendoza et al.* 3010 (LPB, NY, USZ); viejo camino 30 km de Taperas hacia Roboré, 18°04'11"S, 60°23'11"W, 521 m, 7 Nov. 2007, *J.R.I. Wood et al.* 23816 (K, LPB, USZ). Prov. Velasco: 15 km al N de San Ignacio, camino a Vila Bela, 16°14'43"S, 60°55'59"W, 373 m, 5 Nov. 2009, *J.R.I. Wood et al.* 26346 (K, LPB, USZ); ca. 13.5 km N de la carretera Colonia Piraí, camino a Vila Bela, 16°15'41.7"S, 60°56'14"W, 382 m, 16 Dic. 2014, *M. Mendoza, D. Villaroel & R.C. Oliveira* 4562 (CEN, USZ).

3. *Manihot attenuata* Müll. Arg., Fl. bras. (Martius). 11(2): 442. 1874. Type: Brazil. Goiás: inter Goyaz et Cavalcante, date?, *W.J. Burchell* 7865 (lectotype, G-441912!, **here designated**; isolectotypes, BR-510086!, photo at F, neg. n° 24434).

Manihot attenuata is characterized by its leaves with attenuate base and numerous secondary veins (50–65) forming angle of 90–80° with the primary vein; diplobotryoids depauperate (1–2 solitary pistillate flowers, at base), with appearance of a single delicate lax botryoid; bracts linear-lanceolate of ≤ 5 mm long. These morphological characteristics distinguishes *M. attenuata* from all related species, with which shared: leaves unlobed and linear, > 2 cm wide.

Müller Argoviensis (1874) described *Manihot attenuata* based on the collection of *Burchell* 7865 and three duplicates of this gathering are available in European herbaria BR, G, K. Considering the author worked at Herbarium G, the specimen of G [G-441912] is chosen here as lectotype.

The specimen of *Burchell* 7865 deposited at K (K-600418), does not correspond to this species and was identified as *Manihot tombadorensis* M. Mend. & T.B. Cavalc., with which it shares its leaves unlobed, sessile to subsessile, narrowly elliptic, lanceolate to linear-lanceolate, >2 cm wide, and entire bracts and bracteoles. *Manihot tombadorensis* differs by its simple botryoids with flowers of both sex, with 1–3 alternate pistillate flowers at base and several staminate flowers to apex (exceptionally compound botryoids with central axis branched), with pistillate flowers of alternate distribution, bracts ovate-lanceolate, 9–12 mm long, leaves with 30 secondary veins forming 40–50° angle in relation to primary veins.

Distribution and ecology. Endemic species from Goiás state in Brazil. Known from only two localities, from Cavalcante and São João da Aliança municipalities. It inhabits open areas in cerrado vegetation. Flowers in December.

Examined specimen. **BRAZIL.** Goiás: Mun. São João da Aliança, Fazenda Morrinho, 29 Dec. 1979, *F.C. Silva & C. Mendonça* 142 (IBGE).

4. *Manihot brachystachys* Pax & K. Hoffm., *Pflanzenr.* (Engler) 44(4), 147, II: 97. 1910.

Type: Brazil. Goiás: Mun. Alto Paraíso de Goiás, Chapadão dos Veadeiros, 08 Jan. 1895, *A.F.M. Glaziou* 22126 (lectotype, S-R-9076!, **here designated**; isolectotypes, BR-510132!, G-441911!, K-600417!, NY n. v., P-4786134!, P-4786133!, P-4786135!, photo at F neg. n° 5436). Figure 1C.

Manihot brachystachys is characterized by the lamina membranaceous to slightly coriaceous, lanceolate to narrow-elliptic 1.2–1.8 cm wide, secondary venation (more or less 30), forming 40–50° angle in relation to primaries; dilobotryoids with 2–4 paraclades, all from same point, congested and reduced (1.5-)2–3 cm long; bracts reduced, 4–5 mm long, margin flat, and pendulous pistillate flowers. The species is morphologically related to *M. robusta* M. Mend. & T.B. Cavalc., with which it shares erect central stems; leaves more or less lanceolate to linear-lanceolate to narrowly elliptic with secondary venation moderately numerous (more or less 30), forming 40–50° angle in relation to primaries; diplobotryoids, bracts not early caducous and pistillate flowers gamotepalous. The distinction between the two species is that *M. robusta* has narrow-elliptic to oblong-lanceolate of 2.5–5(-6.5) cm wide, inflorescence lax of 4–8(-12) cm long, bracts of 7–9 mm long, and pistillate flowers erect.

Rogers & Appan (1973) considered *Manihot brachystachys* as a synonymy of *M. attenuata* Müll. Arg., comparing these two species with the protologue description and complementary material to the types coming from recent collections we consider *Manihot brachystachys* as an independent species. The species *M. attenuata* differs by its leaves with the secondary venation numerous, 50–65 and 90–80° angle; bracts linear-lanceolate, ≤ 5 mm long; lax depauperate diplobotryoids.

Pax & Hoffmann (1910) described *M. brachystachys* based on the collection *Glaziou 22126*. There are seven duplicates of the gathering *Glaziou 22126* in European herbaria. The duplicate at the herbarium B, where Pax used to deposit his types before 1943, contains the indication "n. sp." on the label, however, this specimen was destroyed (F neg. n° 5436).

The analysis of the original material of *Glaziou 22126*, showed that all duplicates have a well preserved plant, where the diagnostic characteristics of *M. brachystachys* can be easily visualized. Among these, the specimen of the herbarium S (S-R-9076) has observed and determinate by K. Hoffmann as *M. brachystachys* and is chosen here as lectotype.

Distribution and ecology. Endemic and restricted species of Chapada dos Veadeiros area, close the Alto Paraíso city in Goiás state in Brazil. It inhabits rocky outcrops and white stony soil in rocky cerrado. Flowers in December and January.

Examined specimens. **BRAZIL. Goiás:** Mun. Alto Paraíso de Goiás, Chapada dos Veadeiros, 4 km NE of road, 16 km by road N of Alto Paraíso, 1060 m, 3 Feb. 1979, *B. Gates & Stabook 91* (MBM, NY, RB, UB); Alto Paraíso, passando ca. 4 km o povoado do Moinho, sentido NE (como indo para a serra), 14°03'19"S, 47°26'48"W, 1015 m, 14 Nov. 2017, *M. Mendoza et al. 5595* (CEN, USZ).

5. *Manihot decurrens* M. Mend. & M. Martins, Novon 26: 59. 2018. Type: Brazil. Tocantins: Mun. Aurora do Tocantins, 8.5 km do ginásio coberto da cidade de Aurora de Tocantins para Taguatinga, 500 m da Foz São Pedro, 10 Dec. 1996, *L.J.C.B. Carvalho, K. Olsen & S.C. Xavier 5* (holotype: R-195521!; isotype: CEN-28375!).

Manihot decurrens is characterized by the subshrub habit of 15–20 cm high, with a single procumbent to ascending stem; membranaceous, obovate to broadly or narrowly subelliptic leaves with decurrent base, 3–4 cm wide; congested botryoids of 2.5–4 cm long, with 2–3 alternate pistillate flowers near the base and bracts entire. *Manihot decurrens* is morphologically similar to *M. salicifolia* Pohl, with which it shares unilobate and sessile

or subsessile leaves, petioles ≤ 0.5 mm long; inflorescence with laminar bracts, short pedicelate staminate flowers, < 5 mm long and dialitepalous pistillate flowers. *Manihot salicifolia* differs from *M. decurrens* by its shrub habit of 0.8–2.1 m tall, with numerous erect to ascending stems arising from the base; slightly coriaceous, ovate or subelliptic leaves with base acute to obtuse and depauperate diplobotryoids.

Distribution and ecology. Endemic species from the state of Tocantins in Brazil. Known from populations in the municipalities of Aurora do Tocantins, Dianópolis and Ponte Alta do Tocantins. The species grows in grassland areas or transition areas to forest, on flat areas with sandy soils, between 350–600 m elevation. Flowers from September to December and fruit in December.

Examined specimens. **BRAZIL. Tocantins:** Mun. Dianópolis, 11°42'32"S, 46°20'10"W, 603 m, 30 Sep. 2003, *T.B. Cavalcanti et al.* 3416 (CEN); Mun. Ponte Alta do Tocantins, estrada de Ponte Alta para Mateiros, 10°27'S, 47°10'W, 350 m, 16 Nov. 1998, *R. Farias et al.* 168 (HUEFS, IBGE, UB).

6. *Manihot erecta* M. Mend. & T.B. Cavalc. *Q'euña* 6: 8. 2015. Type: Brazil. Goiás: Mun. Uruaçu, Rod. GO-237, ca 37.2 km para Niquelândia e 6.5 km na estrada para fazenda Avião, ingressando pelo lado do Calcário Uruaçu, 14°32'54,8"S, 48°49'30,7"W, 840 m, 03 Mar. 2015, *M. Mendoza, A. Amaral-Santos & T.S. Reis* 4806 (holotype: CEN-102519!; isotypes: G!, HRCB!, HUEFS!, K!, LPB!, MO!, NY!, RB!, SP!, UB!, USZ!). Figure 1D.

Manihot erecta is characterized by its shrub habit of 1–1.5 m tall, with a solitary and strictly erect stem (branching absent or very rare); leaves in a basal dense rosette and dispersed in upper part of the stem; diplostachyoids with 2–5 paraclades departing from same point, with flowers of both sex and 10–15 flowers each, pistillate flowers alternate near at base, bracts ovate-lanceolate, 2–3 mm long, with attenuate apex. *Manihot erecta* is morphologically similar to *M. stricta* Baill., with which it shares unilobate and sessile leaves with lamina linear to linear-lanceolate, ≤ 1.2 cm wide, and pistillate flowers dialitepalous. *Manihot stricta* differs by its caespitose habit of 50–70 cm tall with numerous stems (7–10) arising from a woody base; leaves distributed along the branches and by the diplobotryoids.

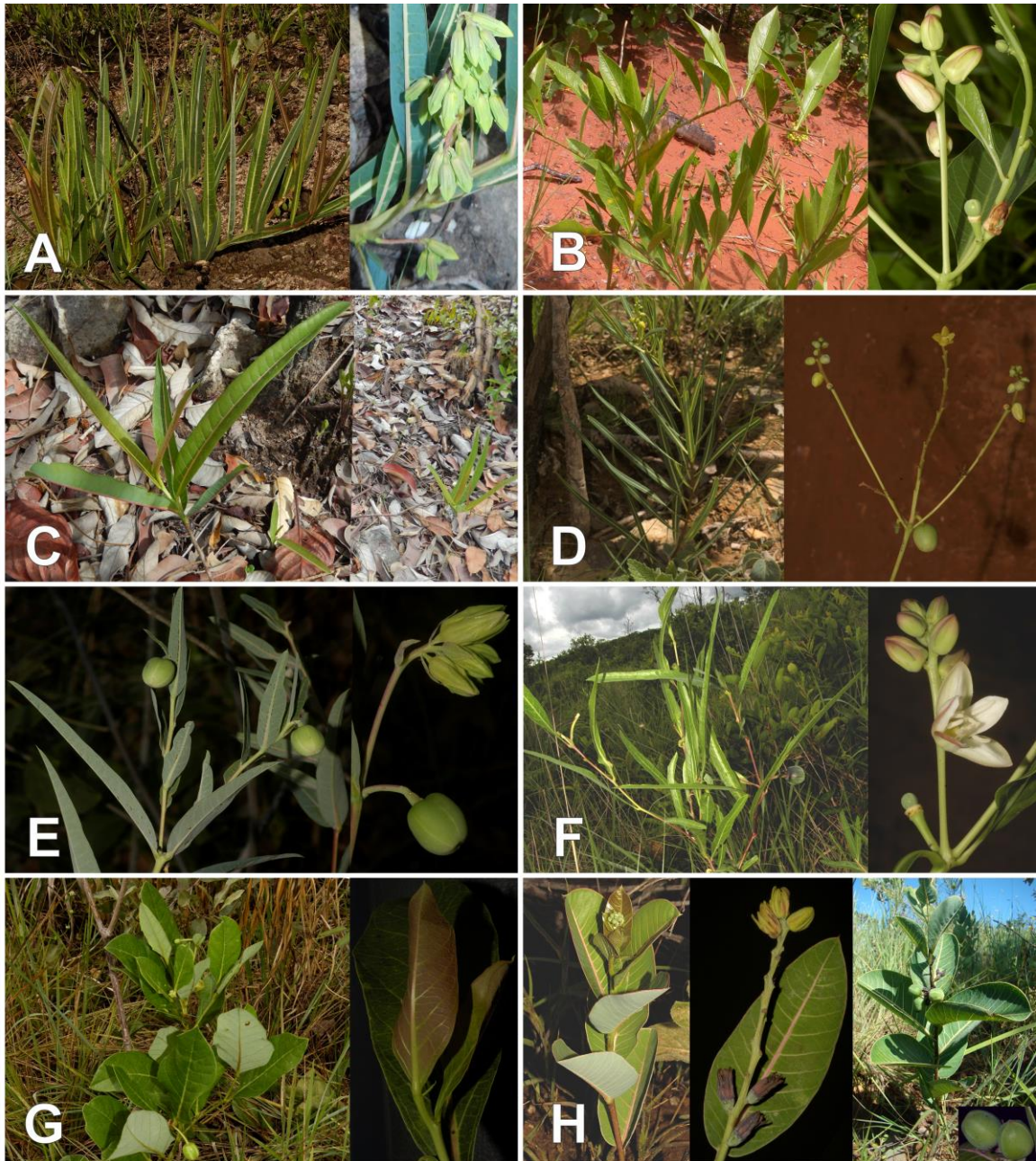


Figure 1. Species of *Manihot* with unilobed leaves. **A.** *Manihot appanii* M.J. Silva; **B.** *M. arenaria* M. Mend.; **C.** *M. brachystachys* Pax & K. Hoffm.; **D.** *M. erecta* M. Mend. & T.B. Cavalc.; **E.** *M. glauca* M. Mend. & T.B. Cavac.; **F.** *M. linearifolia* Müll. Arg.; **G.** *M. mattogrossensis* Pax & K. Hoffm.; **H.** *M. orbicularis* Pohl

Distribution and ecology. Endemic species of Goiás state, Brazil. Known from populations in Alto Paraíso de Goiás, Niquelândia and Uruaçu municipalities. The species grows in areas of cerrado ralo, cerrado *stricto sensu* and transition areas, at 800–1000 m elevation. Flowers from November to March, fruits from February to March.

Selected specimens examined. **BRAZIL. Goiás:** Mun. Alto Paraíso de Goiás, ingresso ao Vale da Lua, ca. 1,75 km da GO-239 pela estrada de terra, 14°10'20,10"S,

47°46'45,31"W, 1013 m, 04 Mar. 2015, *M. Mendoza, A. Amaral-Santos & T.S. Reis* 4826 (CEN, K, MO, NY, RB, USZ). Mun. Niquelândia, 26 km após a ponte sobre o rio Tocantinzinho, sentido Colinas do Sul-Niquelândia, 17 Dec. 1999, *A. Amaral-Santos et al.* 618 (CEN); Bucaina, 1 Jan. 1992, *G. Hatschbach et al.* 56239 (CEN, MBM); Rod. GO-237, ca. 28 km saindo de Niquelândia para Uruaçu e ca. 7 km na GO-080 (esquerda na estrada de terra), lado direito da estrada, 14°34'020"S, 48°42'087"W, 980 m, 26 Feb. 2014, *M. Mendoza, A. Amaral-Santos & T.S. Reis* 4160 (CEN, USZ). Mun. Uruaçu, Rod. GO-237, ca. 37,2 km de Uruaçu para Niquelândia e 6,5 km na estrada de terra, que entra lado do Calcário Uruaçu, 14°32'548"S, 48°49'307"W, 840 m, 26 Feb. 2014, *M. Mendoza, A. Amaral-Santos & T.R. Reis* 4164 (CEN, HUEFS, K, MO, NY, USZ).

7. *Manihot glauca* M. Mend. & T.B. Cavalc. Q'euña 6: 10. 2015. Type: Brazil. Goiás: Mun. Uruaçu, Rod. GO-237, ca. 11.2 km de Uruaçu para Niquelândia e entrando 150 m por estrada de terra paralela ao caminho asfaltado, 14°32'58"S, 49°03'03"W, 840 m, 26 Feb. 2014, *M. Mendoza, A. Amaral-Santos & T.S. Reis* 4166 (holotype: CEN-102505!; isotypes: G!, HRCB!, HUEFS!, K!, LPB!, MO!, NY!, RB!, SP!, UB!, USZ!). Figure 1E.

Manihot glauca is characteristic by the erect shrub habit of 1–1.8 m tall, with numerous erect to ascending stems (5–10) departing from a woody base; leaves membranaceous, narrow-elliptic, never more than 2 cm wide, with tertiary veins in unorganized reticulum among the secondary veins, margin entire; lax, depauperate, diplobotryoids (with 1–2 solitary pistillate flowers, at base), of 2–6 cm long; bracts laminar of 8–15 mm long, with margin entire or finely dentate and flat; pedicels 2–3 mm long in staminate flowers; staminate buds long-ovoid to sub-conical and flowers long-campanulate. Morphologically is related to *M. weddelliana* Baill., with which it shares unlobate and linear to narrow-elliptic leaves, bracts foliaceous, pistillate flowers dialitepalous and capsules without ribs. *Manihot weddelliana* differs by erect shrub, 40–60 cm tall, with a single central erect stem; leaves with margin dentate, bracts dentate to lacinate-dentate and staminate flowers globose-campanulate.

Distribution and ecology. Endemic from central Goiás in Brazil. Known from Campinaçu, Niquelândia and Uruaçu municipalities. The species grows in open habitats or under shady trees of cerrado vegetation with sandy soil, at 300–850 m elevation. Flowers and fruits from October to March.

Selected specimens examined. **BRAZIL. Goiás:** Mun. Campinaçu, Assentamento sem-terra da Palmerinha, 14°00'16,4"S, 48°37'38,9"W, 589 m, 04 Jan. 2015, *J.E.Q. Faria Jr.* 4335 (CEN, HUEG, RB, UB); Estrada Campinaçu-Niquelândia, 21 km após o rio Maranhão-Niquelândia-Campinaçu, 14°15'S, 48°39'W, 610 m, 22 July 1987, *W. Werneck* 744 (CEN). Mun. Niquelândia, Estrada Niquelândia-Uruaçu, ca. 25 km de Uruaçu, 14°30'S, 48°57'W, 510 m, 12 Dec. 1998, *V.C. Souza* 21566 (ESA). Mun. Uruaçu, estrada para Ponte Alta, 9 km após a entrada, lado direito, próximo à entrada da Fazenda Cel. da Mata, 14°30'50"S, 49°53'00"W, 01 Out. 1999, *S.M. Verboonen et al.* 153 (CEN); km 155 GO-236, Uruaçu – Niquelândia, 17 Apr. 1980, *A.C. Allem et al.* 2662 (CEN); *ibid.*, *A.C. Allem et al.* 2663 (CEN); Margem esquerda da rodovia 237, a 200 m da Polícia Militar Rodoviária, sentido Uruaçu – Niquelândia, 14°31'53"S, 49°05'09"W, 20 Out. 1998, *A. Amaral-Santos et al.* 317 (CEN).

8. *Manihot linearifolia* Müll. Arg., *Flora* 55: 43. 1872. Type: Bolivia. Santa Cruz: Prov. Chiquitos (not Peru), date?, *T.P.X. Haenke s.n.* (holotype, M-233296!, isotypes, G-441898!, photo at F neg. n° 19507). Figure 1F.

Manihot linearifolia is characterized by shrubs erect to suberect of 40–90 cm tall, with 3–5 stems arising from a woody base (not caespitose); stipules reduced, ≤ 2 mm long; lamina linear-lanceolate to narrow-elliptic, with < 1.2 cm wide (rare 2 cm wide); depauperate diplostaquioids with 1–2 solitary pistillate flowers, at base, pauciflorous with seven or less sessile to subsessile (0–0.5 mm long) staminate flowers; bracts caducous, ≤ 4 mm long, buds ovoid staminate, and dialitepalous pistillate flowers. Morphologically, *M. linearifolia* is close related to *M. stricta* Baill., with which it shares erect to suberect habit, stipules setaceous and reduced, ≤ 2 mm long; leaves linear-lanceolate to very narrowly elliptic, ≤ 1.2 mm wide; bracts reduced ≤ 4 mm long, pistillate flowers dialitepalous, and fruits without ribs. *Manihot stricta* differs from *M. linearifolia* by its dense caespitose habit, with numerous stems (7–10) arising from a woody base; multiflorous diplobotryoids with more than eight pedicellate flowers, pedicels of 2–5 mm long in staminate flowers, and narrowly conic staminate buds.

Müller Argoviensis (1872), described *Manihot linearifolia* citing a specimen of *Haenke s.n.* deposited at M (M-233296), then, the holotype. The label of the type specimen reports that *M. linearifolia* was collected in “in Peruvia” consequently this species is considered native to Peru. This reference is misleading as was already suggested by Beck

& Lara (2014). The history mentions that, late 18th century the actual Bolivian territory was known as Alto Peru. The information of historical travel itinerary of Thaddaeus Peregrinus Xaverius Haenke (Beck & Lara 2014), mentions that he has visited and collected, in Santiago de Chiquitos area, in Santa Cruz (Bolivia), in the current distribution area of *M. linearifolia*.

Rogers & Appan (1973) considered *M. linearifolia* as synonymy of *M. stricta* Baill., without justifying this decision. We revalidated this species based on the study of the type specimen, recently collected material and field observations.

Distribution and ecology. Endemic species in Santa Cruz department (Bolivia), known from three very close localities, inhabiting cerrado ralo and in transition areas to campo sujo vegetation, at 600–665 m. Flower from October to December and fruits from December to February.

Selected specimens examined. **BOLIVIA. Santa Cruz:** Prov. Chiquitos, Santiago de Chiquitos, en la salida de Santiago hacia Roboré, 18°20'45"S, 59°36' 25"W, 607 m, 15 Nov. 2007, *J.R.I. Wood et al.* 23900 (K, LPB, USZ); ca. 1.5 km del pueblo y al final de la pista, cerca del Río, 18°20'53" S, 59°36'12" W, 600 m 5 Jan. 2015, *M. Mendoza & M. Nee* 4572 (CEN, USZ); camino de Santiago de Chiquitos hacia Soledad, 18°20'39"S, 59°36'35"W, 865 m, 16 Oct. 2009, *J.R.I. Wood et al.* 26305 (LPB, NY, USZ); zona de la propiedad San Juanama, 18°19'12"S, 59°37'39"W, 642 m, 1 Dec. 2009, *J.R.I. Wood et al.* 26608 (K, LPB, NY, USZ).

9. *Manihot mattogrossensis* Pax & K. Hoffm., Pflanzenr (Engler) IV. 147(85): 197. 1924.

Type: Brazil. Mato Grosso: S. Anna Da Chapada (Chapada dos Guimarães), 21 Sep. 1902, *G.O.A. Malme* 2344 (lectotype, S-R-9077!, here designated; isolectotypes, S-17-24965!, S-17-24967!). Figure 1G.

Manihot mattogrossensis is characterized by its membranaceous to chartaceous, oblong or obovate-oblong leaves, 4–7 cm wide; lax botryoids, with pistillate flowers alternately disposed at base (rare a single pistillate flowers at base), multiflorous with 10–15 flower, laminar bracts of 12–15 mm long, with margin finely laciniate or dentate-laciniate; staminate buds subglobose-conical, staminate flowers globose-campanulate; fruits 1.4–1.5 cm long, and caruncle with apex rotund. The species is morphologically similar to *M. salicifolia* Pohl, with which it shares leaves oblong to oval, and laminar bracts with margin laciniate to dentate. *Manihot salicifolia* differs by its oval to sub-elliptic

leaves, ≤ 3.5 cm wide; diplobotryoids, central axis only with staminate flowers, long-ovoid staminate buds, flowers long-campanulate, fruits 1–1.2 cm long, and caruncle with apex entire.

Rogers & Appan (1973) considered this species as synonymy of *M. salicifolia*. The study of the type specimens, recent collections, and field observations led to revalidate *M. mattogrossensis* based on the morphological characteristics upper mentioned.

Pax & Hoffmann (1924), described *M. mattogrossensis* based on *Malme 2344*. There are three specimens of this gathering at S. One of these has a good specimen whose label has the identification of Pax and is chosen as lectotype (S-R9077).

Distribution and ecology. Endemic species from Mato Grosso, Brazil. This species is known so far only from reduced and concentric area on the Cuiabá and Chapada dos Guimarães municipality, in Mato Grosso state. It grows in cerrado *sensu stricto* vegetation, at 800–920 m. Flower from October to December, fruits in November to March.

Examined specimens. **BRAZIL. Mato Grosso:** Mun. Chapada dos Guimarães, Arredores da Chapada dos Guimarães, 12 Aug. 1997, *G. Hatschbach et al. 66728* (MBM); Ibid. 16 Set. 1979, *P.I. Oliveira 76* (INPA, MBM); BR-251, ca. 2.3 km do trevo MT-20, sentido Cuiabá, 15°22'35.7"S, 55°47'56"W, 667 m, 27 Mar. 2014, *M. Mendoza et al. 4214* (CEN, USZ); ca. 75 km N of Xavantina, 9 Oct. 1964, *H.S. Irwin & T.R. Soderstrom 6675* (F, K, NY, UB); Exatos 600 m adiante do entroncamento da rodovia BR-251 com a estrada que leva a Água Fria, 15°25'S, 55°53'W, 1 Dec. 1996, *A.C. Allem 4727* (CEN); Ibid. 4728, 4729, 4730, 4731, 4732, 4733, 4734 (CEN); km 15-25 da rodovia Chapada dos Guimarães para Água Fria, 20 Oct. 1995, *G. Hatschbach 63621* (CEN, MBM). MT-20, ca. 19 km do trevo BR-251, estrada de terra, sentido Norte, 15°17'52.8"S, 55°43'28.2"W, 517 m, 27 Mar. 2014, *M. Mendoza et al. 4216* (CEN, USZ). Mun. Cuiabá, Rio Caxipozinho, próximo a Cachoeira Véu da Noiva, Área da Chapada dos Guimarães, 15°16'S, 55°56'W, 21 Oct. 1985, *C.A.C. Ferreira et al. 6534* (F); Rodovia Cuiabá – Chapada, próximo ao Rio Claro, 23 Oct. 1993, *M. Macêdo 3317* (INPA, UB).

10. *Manihot orbicularis* Pohl, Pl. Bras. Ic. et Descr. 1: 20. t. 12. 1827. *Jatropha orbicularis* (Pohl) Steudel, Nomencl. Bot. ed. 2(1): 799. 1840. Type: Brazil. Goiás: ad Corgo Coral, non procul loco ubi flumen Maranhao trajicitur ad Agua-quente, Sep. 1819, *J.B.E. Pohl 1992* (lectotype, W-51483!, here designated, isolectotypes: F-87804! G-441913!, W-51484!). Figure 1H.

Morphologically, *Manihot orbicularis* is close related to *M. purpureo-costata* Pohl, with which it shares shrub habit, with erect to decumbent stems; stipules setaceous ≤ 2 mm long, caducous; very variable leaf shape, from orbicular, elliptic, ovate to ovate-lanceolate, 5–10 (18) cm long; depauperate staquiods; bracts semi-foliaceous, elliptic-lanceolate, reduced < 2 mm long; pistillate flowers gamopetalous and always erect, staminate flowers short-campanulate.

The morphological differences with *M. purpureo-costata* are very subtle; these two species have very variable leaves, presented a gradient among orbicular, ovate-lanceolate to lanceolate, and the diagnostic differences of *M. orbicularis* are reduced to leaf disposition in the stems, spirally alternate and fruits subconical with scarcely prominent ribs, characters not always easy to observe on herbarium specimens. Also in the field observations, both species sometimes are present on same place.

Pohl (1827) described *Manihot orbicularis* without citation of specimens in the protologue, but mentioning a locality. At W herbarium where Pohl worked, there is two specimens collected by Pohl with the same localities indicated in the protologue and numbered as *Pohl 1992*, one bears the original label with Pohl's handwriting and this specimen is chosen as lectotype (W-51483).

Distribution and ecology. Endemic species of the north and central in Goiás (Brazil). This species inhabits cerrado, campo sujo, sometimes cerrado rupestre, at 550–1400 m. Flowers from November to April, fruits in January to May.

Selected specimens examined. **BRAZIL. Goiás:** Mun. Alto Paraíso de Goiás, ca. 38 km de Alto Paraiso para São João da Aliança, ou 150 m antes da placa km 131 da GO-118, 14°25'17" S, 47°30'31" W, 1017 m, 12 Feb. 2014, *M. Mendoza et al.* 4142 (CEN, K, LPB, MO, NY, SP, UB, USZ). Mun. Cavalcante, 9 Km ao E de Cavalcante, rumo ao distrito de Teresina, para desembocar na GO-118, 13°48'00"S, 47°23'00"W, 1400 m, 27 Mar. 1982, *A.C. Allem* 2845 (CEN, RB, SP). Mun. Colinas do Sul, Rodovia Colinas do Sul a Niquelândia, entre km 10–15, 500–600 m, 18 Feb. 1988, *G. Hatschbach* 70352 (CEN, BHCB, MBM). Mun. São João da Aliança 35 km norte São João D'Aliança, km 129 GO-118. São João da Aliança-Alto Paraíso, 14°40'S, 47°51'W, 1020 m, 27 Mar. 1982, *A.C. Allem* 3015 (CEN, NY, RB).

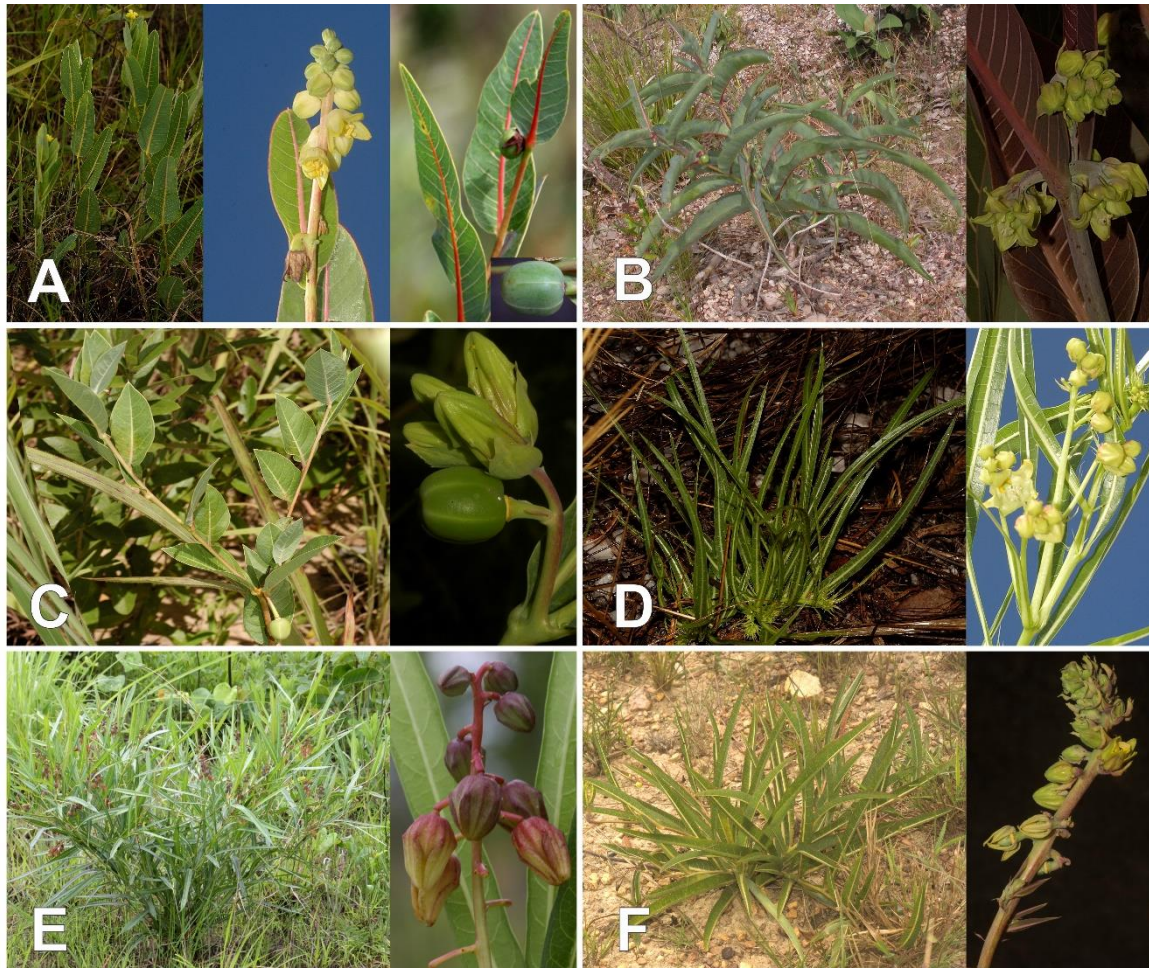


Figure 2. Species of *Manihot* with unilobed leaves. **A.** *M. purureo-costata* Pohl; **B.** *M. robusta* M. Mend. & T.B. Cavac.; **C.** *M. salicifolia* Pohl; **D.** *M. saxatilis* M.J. Silva & R.C. Sodr ; **E.** *M. stricta* Baill.; **F.** *M. tombadorensis* M. Mend. & T.B. Cavac.

11. *Manihot pandurata* M. Martins & M. Mend., Novon 26(1): 61. 2018. Type: Brazil. Bahia: Mun. Cocos, Fazenda Trijun o, estrada para o Guar , 14 40'55"S, 45 50'39"W, 825 m, 12 Dec. 2001, *M.L. Fonseca, R.C. Mendonça, B.M.T. Walter & E. Cardoso* 3088 (holotype: CEN-45424!; isotypes: IBGE-53521!, SP-34311!).

Manihot pandurata is characteristic by its caespitose subshrub habit of 15–25 cm tall, with 2–3 procumbent to ascending stems arising from the base; oblanceolate and strongly pandurate leaves; depauperate diplobotryoids with 1–2 solitary pistillate flowers, at base, congested and reduced of 1.5–2.5 cm long; staminate flowers pedicelate, 2–3 mm long, and flowers long-campanulate, 1–1.2 cm long; capsules short-cylindrical, ≥ 1.2 cm long. *Manihot pandurata* is similar to *M. weddelliana* Baillon, with which it shares sessile or subsessile leaves with not entire margins; caducous, setaceous stipules; laminar and

lacinate bracts, and staminate flowers pedicellate. *Manihot weddelliana* differs from *M. pandurata* by its erect habit of 40–60 cm tall, with a single erect central stem arising from a woody base; linear to narrow-lanceolate leaves, irregularly serrate to serrate-dentate, and inflorescence lax of 5–7 cm long.

Distribution and ecology. Known only from one reduced area in the municipality of Cocos, Bahia, Brazil. The species grows in cerrado and campo sujo, on white sandy soils, at 825 m elevation. Collected with flowers and fruits in December.

Examined specimen. **BRAZIL. Bahia:** Mun. Cocos, Fazenda Trijunção, estrada da entrada da fazenda para a sede, 14°52'07"S, 46°02'02"W, 940 m, 10 Dec. 2001, *M.L. Fonseca, R.C. Mendonça, B.M.T. Walter & E. Cardoso 3027* (IBGE, SP).

12. *Manihot purpureo-costata* Pohl, Pl. Bras. Ic. et Descr. 1: 19. t. 11. 1827; *Jatropha purpureo-costata* (Pohl) Steudel, Nomencl. Bot. ed. 2(1): 799. 1840. Type: Brazil. Goiás: ad Cavalcante, Oct. 1819, *J.B.E. Pohl 2130=D1703* (lectotype, W-51471!, here designated; isoelectotypes, F-874800!, K-600766!, K-600767!, M-233288!; photo at F neg. n° 6636). Figure 2A.

The morphological differences between *M. purpureo-costata* and *M. orbicularis* are subtle (see *M. orbicularis*), and the diagnostic differences of *M. purpureo-costata* are limited to leaf disposition in the stems, strictly alternate, pistillate flowers pendulous and fruits subconical without ribs.

Pohl (1827), described *M. purpureo-costata* without citation of specimens in the protologue, but mentioning a locality. At W there is a specimen collected by Pohl with this same locality indicated in the protologue, and annotated by Pohl, numbered as *Pohl 2130=D1703* (W-51471), which is here selected as the lectotype.

Distribution and ecology. Endemic species from Chapada dos Veadeiros, Goiás (Brazil). This species have a distribution restricted to highlands in Cerrado, inhabiting cerrado campo limpo, campo sujo, cerrado ralo and campos rupestres, at 750–1150 m. Flowers from November to April, fruits in January to May.

Selected specimens examined. **BRAZIL. Goiás:** Mun. Alto Paraíso de Goiás, 40km W de Alto Paraíso de Goiás, 04 Feb. 1990, *M.M. Arbo 3651* (HRCB, MBM); Chapada dos Veadeiros, 14°09'02"S, 47°46'42"W, 1150 m, 11 Mar. 2014. *T.B. Cavalcanti et al. 3826* (CEN); São Jorge, estrada para a Cachoeira do Lageado e Rio da Lua, ca. 750 m do trevo GO-239, 14°11'31"S, 47°49'34"W, 850 m, 13 Nov. 2014 *Mendoza et al. 4398* (CEN, NY,

MO, SP, UB, USZ). Mun. Cavalcante, 10 km a E de Cavalcante, GO-241, rumo a Teresina, 13°52'S, 47°30'W, 22 Nov. 1984, A.C. Allem *et al.* 3086 (CEN, NY, MO). Mun. Colinas do Sul, ca. 6 km da GO-239 sentido centro turístico Praia de Pedras, 14°14'46"S, 47°57'37"W, 600 m, 4 Mar. 2015, M. Mendoza *et al.* 4817 (CEN, NY, USZ). Mun. São João da Aliança, 33.8 adiante do pórtico de saída da cidade, ao longo da rodovia GO-118 rumo a Alto Paraíso. 33.8 km depois de São João, em curva, no morrinho, à direita, 14°24'S, 47°30'W, 1000 m, 11 Jan. 1995, A.C. Allem 4372 (CEN, HUEFS); GO-118; 33 km ao norte de São João da Aliança-Alto Paraíso de Goiás, 1 Apr.1981, R.F. Vieira *et al.* 46 (CEN, MG).

13. *Manihot robusta* M. Mend. & T.B. Cavalc. *Arnaldoa* 22 (2): 306. 2015. TYPE: **BRASIL. Goiás:** Mun. Alto Paraíso de Goiás. Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, ca. 0.3 km da GO-239, sentido Sede, alojamento do ICMBio, 14°09'55,92"S, 47°47'25,62"W, 1046 m, 31 Oct. 2014, M. Mendoza, J.B.A. Bringel, A. Amaral-Santos & T.S. Reis 4343 (holotype: CEN-102508!; isotypes: HRCB!, HUEFS!, K!, LPB!, MG!, MO!, NY!, RB!, SP!, UB!, USZ!). Figure 2B.

Manihot robusta is characterized by the erect and robust habit of 40–70 cm tall, with a single robust central stem, branched at upper part; lamina membranaceous, narrow-elliptic to oblanceolate, with 2.5–5 cm wide; lax diplobotryoids of 4–8 cm long; bracts oval-lanceolate, 7–9 mm long, margin undulated; pistillate flowers gamotepalous and opposite at base. Morphologically the species is similar to *M. tombadorensis* M. Mend. & T. B. Cavalc., which shares unilobate leaves, lamina narrow-elliptic, >2 cm wide; inflorescences lax, >5 cm long., bracts foliaceous, >6 mm long, with margin entire. The distinction between the two species is that *M. tombadorensis* presents caespitose habit, with 2–3 procumbent stems, arising from a common base; lax brotryoid with pistillate flowers alternately disposed at base, and pistillate flowers dialypetalous.

Distribution and ecology. Endemic species of Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brazil. Known only from a reduced area East of São Jorge village. The species grows in cerrado *sensu stricto* and campos rupestres with sandy soil, at 1000–1050 m altitude. Flowers from October to November and fruits from December to April.

Selected specimens examined. **BRAZIL. Goiás:** Mun. Alto Paraíso de Goiás, São Jorge, ca. 35,5 km da GO- 118, para São Jorge, caminhando 10-30 m lado esquerdo, 14°10'35"S, 47°48'06"W, 1017 m, 12 Feb. 2014, M. Mendoza, A. Amaral-Santos & T. Reis

4138 (CEN, HRCB, HUEFS MG, MO, NY, RB, SP, UB, USZ); Estrada Alto Paraíso – Colinas do Sul, ca. 35 km de Alto Paraíso, 14 Mar.1995, *T.B. Cavalcanti et al.* 1361 (CEN, SPF); Estrada do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (a esquerda), Estrada Alto Paraíso – Colinas do Sul, 34 km da GO-118, 14°09'49"S, 47°47'08"W, 1250 m, 27 Jan. 1997, *B.M.T. Walter et al.* 3644 (CEN); Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, ca. 1,0 km da sede do Parque, 7 Feb. 1987, *J.R. Pirani et al.* 1724 (SP); Parque Nacional do Tocantins, arredores da sede do Parque, 46 km W de Veadeiros, 25 Nov. 1967, *De Haas Sr., J.H. De Haas & R.P. Belen* 310 (HB).

14. *Manihot salicifolia* Pohl, Pl. Bras. Ic. et Descr. 1: 18, t. 10. 1827. *Jatropha salicifolia* (Pohl) Steudel, Nomencl. Bot. ed. 2(1): 800. 1840. Type: Brazil. Goiás: Santa Luzia, date?, *J.B.E. Pohl 1194=D1660* (lectotype, W-51467!, here designated; isoelectotypes, BR-510092!, fragm. F-869931!, K-60419, M-233295!, W-51466!). Figure 2C.

Manihot riedeliana Müll. Arg. Fl. Bras. (Martius), 11(2): 443. 1874. Type: Brazil. Mato Grosso do Sul: Rio Pardo, date?, *L. Riedel 613* (NY-1183617!, G n.v, fragm G-441902!, photo at F, neg. n° 24444).

Manihot salicifolia is characteristic by its leaves slightly coriaceous, ovate, obovate or sometimes subelliptic, 2.5–3.5 cm wide, tertiary veins forming an evident reticulum with well-defined rectangular areas between secondary veins, margin entire; depauperate diplobotryoids with 1–2 solitary pistillate flowers, at base or rarely botryoids, bracts laminar, 9–15 mm long, with margin dentate to laciniate-dentate, pedicels 3–5 mm long in staminate flowers; staminate buds long-ovoid to sub-conical, and flowers long-campanulate; pistillate flowers dialitepalous; fruits short-conical, 1–1.2 cm long and caruncle entire at the apex. Morphologically, *M. salicifolia* is similar to *M. glauca* M. Mend. & T.B. Cavalc., with which it shares habit with few to numerous erect to ascending stems; stipules setaceous ≤ 3 mm long, laminar bracts; depauperate diplobotryoids, staminate flowers long-campanulate, fruits short-cylindrical without ribs. *Manihot glauca* differs by membranaceous, lanceolate to linear-lanceolate leaves, ≤ 2 cm wide, with tertiary veins in unorganizedreticulum (not rectangular) between secondary veins; bracts entire or finely dentate (not laciniate), and bilobed caruncle at the apex.

Pohl (1827) described *M. salicifolia* based on the collection *Pohl 1194=D1660*. The collection *Pohl 1194* at W (W-51467) is a well preserved specimen and it has all diagnostic characteristics mentioned in the protologue and therefore is chosen here as lectotype.

Müller Argoviensis (1874) in the protologue of *Manihot riedelliana*, cited as type locality “Rio Pardo in Prov. S. Paulo”, based on type specimen Riedel # 618, whose label indicates “Rio Pardo”. The information of historical travel itinerary of Ludwig Riedel (Urban, 1840), refer that Ribas do Rio Pardo belong to the State of Mato Grosso do Sul, which coincides with the real distribution of the species.

Distribution and ecology. Endemic species from Brazilian Cerrado Biome, recorded to Goiás and Mato Grosso do Sul states. Inhabits cerrado and campo sujo vegetation, at 300–1100 m. Flowers from September to January, fruits in December to June.

Selected specimen examined. **BRAZIL. Goiás:** Mun. Alto Paraíso de Goiás, 9 Oct. 1979, *E.P. Heringer et al.* 2244 (IBGE, MG, UEC); área próxima ao mirante da cidade de Alto Paraíso de Goiás, 14°09'24"S, 47°30'51"W, 14 Nov. 2014, *M. Mendoza et al.* 4415 (CEN, SP). Mun. Cavalcante, Ca, 4.7 km de Calvante a Teresinha de Goiás, frente ao cemitério comunal, 13°47'64"S, 47°25'17"W, 790 m, 3 Mar. 2013, *M. Mendoza et al.* 4060 (CEN, NY, USZ); 9 Km a E de Cavalcante, rumo ao distrito de Teresina, para desembocar na GO-118, 13°48'S, 47°23'W, 1400 m, 27 Mar. 1982, *A.C. Allem* 2846 (CEN, RB). Mun. Corumbá de Goiás, Rod. GO-225, ca. 4 km do centro da cidade, sentido Brasília, 15°54'55,4"S, 48°46'24,9"W, 1088 m, 11 Feb. 2015, *M. Mendoza et al.* 4754 (CEN, K, LPB, NY, SP, UB, USZ, W). Mun. Niquelândia, Estrada de acesso à cachoeira do Machadinho, depois do córrego Ouro Fino, 13°25'S, 48°29'W, 1360 m, 27 July 1987, *W. Werneck* 720 (CEN). Mun. Uruaçu, 17 km a SE de Uruaçu (fim da avenida), ao longo da rodovia GO-236 rumo a Niquelândia, 14°32'S, 43°32'W, 515 m, 14 Jan. 1995, *A.C. Allem* 4409 (CEN); antiga estrada para Ponte Alta, 14°35'S, 49°06'W, 9 Mar. 1999, *S.M. Verboonen* 26 (CEN, HUEFS). **Mato Grosso do Sul:** Estrada para Três Lagoas, 29 Jan. 1979, *E.P. Heringer et al.* 931 (NY, UEC).

15. *Manihot saxatilis* M. J. Silva & R. C. Sodr , Syst. Bot. 39: 222. 2014. **Type:** Brazil. Goiás: Mun. Alto Paraíso de Goiás, Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, imedia es do Rio Preto, 14°08'51.6"S, 47°48'32,6"W, 1025 m, 27 Oct. 2012, *M.J. Silva, R.C. Sodr  & J.P. Santos* 4518 (holotype: UFG-60362!; isotypes: K not seen, NY not seen, MO not seen). Figure 2D.

Manihot saxatilis is characterized by the caespitose habit of 15–25 cm tall, with 3–5 procumbent stems arising from a woody base; stipules strongly laciniate, persistent, 10–

20 mm long; leaves narrowly linear, 0.8–1(–1.5) cm wide; lax diplobotryoids with 2–3 racemes, all from same point; bracts persistent, ≥ 15 mm long, pistillate flowers gamotepalous and short-wide-campanulate. Morphologically, *M. saxatilis* can be related to *M. stricta* Baill, due the sessile, unlobed, linear to linear-lanceolate leaves of ≤ 1.5 cm wide; staminate flowers pedicellate and fruits without ribs. *Manihot stricta* differs by its habit with erect to decumbent stems (7–10); stipules setaceous, entire, caducous, with ≤ 2 mm long; diplobotryoids; bracts caducous, ≤ 4 mm long and pistillate flowers dialitepalous.

Although the protologue indicates isotypes at K, NY, MO, these specimens were not found in these herbaria.

Silva & Sodr  (2104) cited ten paratypes in the protologue. The specimen *Chac n & Faria-Jr. 585*, with three duplicates deposited at CEN, UEC, UB, not correspond to this species. The analyses of these duplicates compared with the type material of *M. saxatilis*, allowed the identification of *Manihot pinatiloba* M. Mend. & T. B. Cavalc., which is characterized by its basal rosete habit, lamina pinnately 3–7-lobed, stipules caducous; bracts caducous, ≤ 3 mm long and pistillate flowers dialitepalous.

Distribution and ecology. Endemic species of Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brazil. The species grows in flat areas with rocky cerrado, and white stony soils or rock crevices, at 850–900 m elevation. Flowers from November to February and fruits in March.

Examined specimen. **BRAZIL. Goiás:** Mun. Alto Paraíso de Goiás, PARNA Chapada dos Veadeiros 14 09'30"S, 47 50'10"W, 870 m, 14 Feb. 2010, *M.F. Simon 1111* (CEN); Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, margem do Rio Preto, ca. 300 m do trevo da Trilha das Corredeiras, 14 09'30"S, 47 50'08"W, 870 m, 1 Nov. 2014, *M. Mendoza et al. 4349* (CEN); Trilha das corredeiras, no início da decida para a cascata, 14 09'57"S, 47 50'36"W, 850 m, 6 Mar. 2015, *M. Mendoza et al. 4862* (CEN, K, LPB, NY, RB, UB, USZ).

16. *Manihot stricta* Baillon, *Adansonia* 4: 282. 1863. Type: Brazil. Tocantins: near Villa de Natividade, 1841, *G. Gardner 3442* (lectotype, P-648641!, designated here; isolectotypes, BM-1209662!, BM-1209663!, BR-510265!, F!, fragm. F-767096!, G-441899!, G-441900!, K-600435!, K-600436!, P-648639!, fragm. P-648640!, W-51463!, photo at F neg. n  24445). Figure 2E.

Manihot stricta Baillon, * tude Euphorb.* 306, n. 12, 1858, *nom. nud.*

Manihot stricta is characterized by dense caespitose habit, 50–70 cm tall, numerous stems (7–10) arising from a woody base; stipules setaceous, ≤ 2 mm long; lamina linear-lanceolate to very narrow-elliptic; lax diplobotryoids with 3–4 racemes, central > 8 flowers, 5–10 cm long; bracts ≤ 2 mm long, pedicels 2–5 mm long on staminate flowers, pistillate flowers dialitepalous, and narrowly conic staminate buds. Morphologically, *M. stricta* besides to be related to *M. linearifolia*, also can related to *M. appanii*, with which it shares erect to suberect habit with stems procumbent to ascendant; stipules with margin entire, caducous; leaves alternate, regular and widely spaced on stems; laminae more or less lanceolate to linear-lanceolate; staminate flower pedicellate and fruits without ribs. *Manihot appanii* differs from *M. stricta* by its stipules > 5 mm long; inflorescence variable, from depauperate diplobotryoids; bracts > 5 mm long and gamotepalous pistillate flowers.

Baillon (1863) described *M. stricta* based on the collection *Gardner 3442*. Three specimens were found in herbarium P, where author worked. The specimen at P chosen here as lectotype (P-648641) has all diagnostic characteristics mentioned in the protologue.

Rogers & Appan (1973) considered to *M. linearifolia* Müll. Arg. as a synonymous of *M. stricta*. Also, they determinate specimens of different species, that present narrowly linear to linear-lanceolate leaves (≤ 1.2 mm wide) all under *M. stricta* name. Mendoza (2014) identified erroneously *exsiccatae* of *M. linearifolia* from Santa Cruz Bolivia, also as *M. stricta*, expanding its distribution to this country. In consequence this species has been recorded as widely distribution in South America, including Bolivia, Brazil and Peru. However, based in all evidence here cited, we confirm that *M. stricta* is endemic to Serra de Natividade on Tocantins state, Brazil; not present in Peru. And *M. linearifolia* is endemic from Bolivia.

Distribution and ecology. Endemic species of the Serra de Natividade, Tocantins, Brazil. Grows in open cerrado and cerrado rupestre vegetation, at 350–750 m. Flowers and fruits from November to January.

Specimens examined. **BRAZIL. Tocantins:** Mun. Conceição do Tocantins, Estrada de Conceição do Tocantins para Natividade, 12°01'54" S, 47°29'28" W, 347 m, 11 Nov. 2011, *J.B.A. Bringel 868* (CEN, UB). Mun. Natividade, Serra de Natividade, 7.4 km da Rodovia Natividade-Dianópolis, entrada por Jacuba, margens de riacho que desce do alto da serra, 11°40'48"S, 47°42'00"W, 632 m, 7 Dec. 2003, *R.M. Mello-Silva et al. 2356* (RB, SP, SPF); subida para a Torre, 11°41'17" S, 47°42'09" W, 762 m, 20 Nov. 2014, *J.E.Q. Faria Jr. 4288* (UB).

17. *Manihot tombadorensis* M. Mend & T.B. Cavalc., Phytotaxa 273(3): 153. 2016. **Type:** Brazil. Goiás: Mun. Cavalcante, Serra do Tombador, RPPN Serra do Tombador, ca. 5.6 km da sede RPPN sentido Minaçu e entrando ca. 900 m por trilha para direita, 13°40'21"S, 47°50'53"W, 728 m, 31 Jan. 2015, *M. Mendoza, M.F. Simon, A. Fidelis, M.N. Rissi, J.B.A. Bringel & T.K.M. Arquelão 4610* (holotype: CEN-102515!; isotypes: HRCB!, K! LPB!, MO!, NY!, UB!, USZ!). Figure 2F.

Manihot tombadorensis is characterized by the caespitose habit, 2–3 procumbent stems (60–90 cm long) arising from a woody base; leaves spirally alternate, linear-lanceolate to oblong-lanceolate, ≥ 2 cm wide; lax botryoids of 10–15 cm long, with pistillate flowers alternately disposed at base, or rarely diplobotryoids; bracts ovate-lanceolate, 9–12 mm long, margin undulated, pistillate flowers dialitepalous and alternately disposed near the base. Morphologically, *M. tombadorensis* is similar to *M. brachystachys* with which it shares leaves more or less lanceolate to narrow-elliptic; bracts and bracteoles caducous and entire, and pedicelate staminate flowers. *Manihot brachystachys* differs from *M. tombadorensis* by its lanceolate to narrow-elliptic leaves of ≤ 1.8 cm wide; inflorescences congested and reduced diplobotryoids of 2–3 cm long, pistillate flowers gamotepalous and pendulous.

Distribution and ecology. Endemic species to the Serra do Tombador area, in Goiás state, Brazil. Known only from a reduced area on the municipality of Cavalcante. The species grows in open habitats of campo limpo and campo sujo, with sandstone soil, at 380–900 m elevation. Flower in December to January and fruits from January to April.

Selected specimens examined. BRAZIL. Goiás: Inter Goyaz et Cavalcante, date?, *W.J. Burchell 7865* (K-600418), Mun. Cavalcante, ca. 4 km da Vila Veneno, na direção do Rio São Felix, e ca. 12 km da Balsa da Coterra, 13°32'10"S, 48°03'29"W, 380 m, 25 Jan. 2001, *B.M.T. Walter et al. 4807* (CEN); Estrada Minaçu – Cavalcante passando pela balsa da Serra Branca, a ca. 126 km do rio Tocantins, 13°41'07"S, 47°51'22"W, 740 m, 11 Nov. 2000, *G. Pereira-Silva et al. 4421* (CEN, HUEFS, SP); RPPN Serra do Tombador ca. 2.65 km do trevo Minaçu–Cavalcante, sentido campina, 13°41'01"S, 47°48'13"W, 848 m, 31 Jan. 2015, *M. Mendoza, A. Fidelis & M.N. Rissi 4606* (CEN, HRCB, USZ); RPPN Serra do Tombador, trilha Vão da Horta, 13°40'43"S, 47°50'43"W, 743 m, 15 Apr. 2013, *M.L. Brotto et al. 1082* (MBM); Serra do Tombador, ca. 6.8 km da estrada Minaçu – Cavalcante, na trilha para Fazenda do Frances, próximo da E. E. Córrego Branco, 13°35'07"S, 47°43'01"W, 890 m, 1 Feb. 2015, *M. Mendoza et al. 4617* (CEN, HRCB, HUEFS, K, NY,

LPB, RB, UB, USZ); Serra do Tombador, ca. 7.2 km da sede RPPN Serra do Tombador, sentido Cavalcante, 13°37'44"S, 47°47'04"W, 829 m, 30 Jan. 2015, *M. Mendoza et al.* 4594 (CEN, HRCB, K, NY, UB, USZ).

18. *Manihot weddelliana* Baillon, *Adansonia* 4: 281. 1863. Type: Brazil. Mato Grosso do Sul: “entre Goyaz et Cujaba”, Nov-Dec. 1844, *H. A. Weddell 2908*: (holotype, P-648654!; isotypes, F-970385!, P-648655!).

Manihot weddelliana is characteristic by its erect shrub, 40–60 cm high, with a single erect stem arising from a woody base; leaves chartaceous, linear to narrow-elliptic leaves with margin irregularly serrate to serrate-dentate; depauperate diplobotryoids, lax 5–7 cm long; bracts foliaceous, 6–15 mm long, with margin dentate to laciniate-dentate; staminate flowers with pedicels (2–5 mm long) and globose-campanulate. The species is morphologically similar to *M. glauca*, and similar to *M. pandurata*, with which it shares linear to narrow-elliptic leaves; foliaceous bracts with margin not entire; capsules without ribs. The morphological differences to distinguished *Manihot weddelliana* from these two taxa, are presented in discussion, spp. 7 and spp. 12 respectively.

Baillon (1863) described *M. weddelliana*, based on *Weddell 2908*. The specimen deposited at Herbarium P is considered the holotype in view that in the protologue the author refers to the exsiccatae of the “herb. Mus.” The type locality is indicated as “entre Goyaz et Cujaba”. The information of historical travel itinerary of Hugh A. Weddell (Urban, 1840), confirm the field work in vicinity of Cuiabá (Nov-Dec, 1844). Then probably this gathering was made in Mato Grosso state. The records of this species are all in the municipality of Campo Grande, in Mato Grosso do Sul state.

Distribution and ecology. Species registered to Mato Grosso do Sul, Brazil. This species is recorded so far only from a reduced and concentric area in to municipality of Campo Grande. The information available (collections from 30 to 35 years ago), only mentioned that grows in cerrado vegetation, with sandy soils, unknown elevations. It was collected with flower and fruits in January to February.

Examined specimen. **BRAZIL. Mato Grosso do Sul:** Mun. Campo Grande, ao morro Jockey Club 02 Feb. 1983, Fernandes-Júnior 62; chácara Cambará, 6 Nov. 1988, *C.A. Conceição 2371* (CGMS, HUEFS); Rancho Dalenomás, 23 Jan. 1993 *A. Oliveira s.n.* (CGMS-13154).

2.5. Literature cited

- Allem, A. 1977. Notas Taxonômicas e novos sinônimos em espécies de *Manihot* – I (Euphorbiaceae). *Revista brasileira da Biologia* 37(4): 825–835.
- Allem, A. 1978. Notas Taxonômicas e novos sinônimos em espécies de *Manihot* – II (Euphorbiaceae). *Revista brasileira da Biologia* 38(3): 721–726.
- Allem, A. 1979a. Notas Taxonômicas e novos sinônimos em espécies de *Manihot* – III (Euphorbiaceae). *Revista brasileira da Biologia* 39(3): 545–550.
- Allem, A. 1979b. Notas Taxonômicas e novos sinônimos em espécies de *Manihot* – IV (Euphorbiaceae). *Revista brasileira da Biologia* 39(4): 735–738.
- Allem, A. 1979c. Notas Taxonômicas e novos sinônimos em espécies de *Manihot* – V (Euphorbiaceae). *Revista brasileira da Biologia* 39(4): 891–896.
- Allem, A. 1980. Notas Taxonômicas e novos sinônimos em espécies de *Manihot* – VI (Euphorbiaceae). *Boletim do Museu Botânico Municipal* 40:1–14.
- Allem, A. 1989a. Four new species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Brazil. *Revista brasileira da Biologia* 49(3): 649–662.
- Allem, A.C. 1989b. A revision of *Manihot* section *Quinquelobae* (Euphorbiaceae). *Revista Brasileira de Biologia* 49: 1–26.
- Allem, A. 1999. A new species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Brazilian Amazon. *International Journal of Plant Sciences* 160: 181–187.
- Allem, A. 2001. Three New Intraspecific Taxa of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Brazilian Neotropics. *Novon* 11(2) 157–165.
- Baillon, H. E. 1963. Euphorbiacées Americaines, premiere partie. *Adansonia* 4: 276–284.
- Beck, S. G. & R. Lara. 2014. Historia de las Colectas y Colectores. pp 21–29. In Jørgensen, P. M., M. H. Nee & S. G. Beck. (editors). *Catálogo de plantas vasculares de Bolivia*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 127. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Bridson, G. D. R. & E. R. Smith (1991): *Botanico-Periodicum-Huntianum/Supplementum*. Hunt Institute for Botanical Documentation, Pittsburgh.
- Brummitt, R. K. & C. E. Powell. 1992. Authors of Plant Names. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard form of their names including abbreviations. Royal Botanic Gardens Kew. London. 1–732 p.
- Chacon, J., S. Madriñán, D. Debouck, F. Rodriguez & J. Tohme. 2008. Phylogenetic patterns in the genus *Manihot* (Euphorbiaceae) inferred from analyses of nuclear and chloroplast DNA regions. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 49: 260–267.
- Duputié A., J. Salick & D. Mckey. 2011. Evolutionary biogeography of *Manihot* (Euphorbiaceae, a rapidly radiating Neotropical genus restricted to dry environments. *Jour. of Biogeography* 38: 1033–1043.

- Lawrence, G. H. M., A. F. G. Bucheim, G. S. Daniels & H. Dolezal (editors). 1968. *Botanico-Periodicum-Huntianum*. Pittsburgh: Hunt Botanical Library
- McNeill J, F. R. Barrie, V. Demoulin, W. Greuter, D. L. Hawksworth, P. S. Herendeen, S. Knapp, K. Marhold, J. Prado, W. F. Prud'homme van Reine, G. E. Smith, J. H. Wierdema & N. J. Turland (editors). 2012. International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Melbourne Code) adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne Australia Jult 211. Available on <http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php?page=mctvc&emph=code>
- Mendoza F., J. M. 2014. *Manihot* (Euphorbiaceae) en Bolivia, parte I: Tres especies nuevas y un nuevo registro. *Brittonia* 66: 107–117.
- Mendoza F., J. M & T. B. Cavalcanti. 2015. Three new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Central Brazil. *Q'euña* 6: 7–22.
- Mendoza F., J. M & M. L. L. Martins. 2018. Distinctive New Species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Brazil. *Novon* 26: 59–65.
- Mendoza F., J. M., M. F. Simon, & T. B. Cavalcanti. 2015. Three new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Chapada dos Veadeiros, Brazil. *Arnaldia* 22: 297–312.
- Mendoza F., J. M., M. F. Simon, T. Reis, A. Fidelis & T. B. Cavalcanti. 2016. New endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Serra do Tombador in Goiás, Central Brazil. *Phytotaxa* 273: 147–157.
- Mendoza F., J. M., M. F. Simon, T. K.M. Arquelão & T. B. Cavalcanti. 2018. Novas espécies de *Manihot* (Euphorbiaceae) do Brasil Central. *Rodriguésia* 69: 915–932.
- Miller, P. 1754. *The gardeners Dictionary*, 4th Ed. Vol. 2. London.
- Müller Argoviensis, J. 1872. *Euphorbiacearum species novae*. *Flora* 55: 43.
- Müller Argoviensis, J. 1874. *Manihot* in *Flora Brasiliensis*. In: C.F.P. Martius & A.G. Eichler (editors). 11(2): 1269–1286.
- Pax, F. 1910. Euphorbiaceae, Adrianeae. In: Engler, A. (Ed.) *Das Pflanzenreich* IV.147.ii (Heft 44). W. Engelmann, Leipzig.
- Pax, F & K. Hoffmann. 1924. Euphorbiaceae-Crotonoideae-Acalypheae-Acalyphinae. In: Engler, *Das Pflanzenreich* IV. 147 (Heft 85). W. Engelmann, Leipzig.
- Pohl, J.B.E. 1827 *Plantarum Brasiliae icones et descriptiones* 1(2). A. Strauss, Vindobonae (Vienna), pp. 37–60.
- Rogers, D. J. & Appan, S. G. 1973 *Manihot* and *Manihotoides* (Euphorbiaceae). A computer-assisted study. . *Flora Neotropica*, monograph no. 13. Hafner Press, New York.
- Silva, M. J. 2015. *Manihot appanii* (Euphorbiaceae s. s.): a new species from the Brazil, and a key to the species with unlobed or very shortly lobed leaves. *Systematic Botany* 40: 168–173.
- Silva, M. J. & Sodr e, R. 2014. A dwarf species of *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae s. s.) from the highlands of Goi as, Brazil. *Syst. Bot.* 39: 222–226.

- Stafleu, F. A. & R. S. Cowan (editors). 1976-88. Taxonomic Literature. 2nd edition. 7 vols [Regnum Veg. vols 94, 98, 105, 110, 112, 115, 116].
- Stafleu, F. A. & E. A. Mennega (editors). 1992-. Taxonomic Literature. Supplements [Regnum Veg. vols 125, 130, 132].
- Steudel E. T. 1840. *Synonymia plantarum universalis. Nomenclator Botanicus*. ed. 2: 799–800.
- Urban, I. 1840. *Vitae itineraque collectorum botanicorum*. In: C.F.P. Martius, & A. W. Eichler. *Flora Brasiliensis* 1(1). Fleischer, Leipzig, pp. 1–154.

2.6. List of exsiccatae

Alarcon, J. B. *et al.* 7 (2). Allem, A. C. 2845 (11); 3086 (14); 4409 (16); 4727 (10); 4728, (10); 4729 (10); 4730 (10); 4731 (10); 4732 (10); 4733 (10); 4734 (10). Allem, A. C. *et al.* 2662 (7); 2846 (16); 4372 (14). Amaral-Santos, A. *et al.* 317 (7); 618 (6). Arbo, M. M. 3651 (14). Bringel, J. B. A. 868 (18). Bringel, J. B. A. & Barbosa, N.F. 304 (8). Brotto, M. L. *et al.* 1082 (19). Burchell, W. J. 7865 (3). Carvalho, L. J. C. B. *et al.* 5 (5). Cavalcanti, T. B. *et al.* 1361 (15); 3416 (5); 3826 (14). Chacon, R. G. & Faria Jr., J.E.Q. 585 (13). Conceição, C. A. 2371 (20). De Haas, Sr. *et al.* 310 (15). Faria Jr., J. E. Q. 4288 (18); 4335 (7). Farias, R. *et al.* 168 (5). Ferreira, C. A. C. *et al.* 6534 (10). Fonseca, M. L. *et al.* 3027 (12); 3088 (12). Gardner, G. 3442 (18). Gates, B. & Stabook 91 (4). Glaziou, A. F. M. 22126 (4). Haenke, T. P. X. s.n. (9). Hatschbach, G. 63621 (10); 70352 (11). Hatschbach, G. & Hatschbach, M. 58296 (13). Hatschbach, G. *et al.* 56239 (6); 66728 (10). Heringer, E. P. *et al.* 931 (16). Irwin, H. S. 12654 (1). Irwin, H. S. & Soderstrom, T. R. 6675 (10). Jardim, A. & Mamani, F. 3663 (2). Macedo, M. 3317 (10). Malme, G. O. A. 2344 (10). Mello-Silva, R. M. *et al.* 2356 (18). Mendoza, M. & Nee, M. 4572 (9). Mendoza, M. *et al.* 2244 (16); 3010 (2); 4060 (16); 4107 (13); 4120 (13); 4121 (13); 4138 (15); 4142 (11); 4160 (6); 4164 (6); 4166 (7); 4214 (10); 4216 (10); 4341 (13); 4343 (15); 4349 (17); 4361 (1); 4398 (14); 4415 (16); 4562 (2); 4594 (19); 4606 (19); 4610 (19); 4617 (19); 4754 (16); 4806 (6); 4817 (14); 4826 (6); 4845 (8); 4862 (17); 5001 (1); 5102 (8); 5122 (1); 5136 (1); 5100 (8); 5595 (4). Oliveira, P.I. 76 (10). Oliveira, A. s.n. (20). Pereira-Silva, G. *et al.* 4421 (19); 12292 (8). Pirani, J. R. *et al.* 1724 (15). Pohl, J. B. E. 1992 (11); 1194=D1660 (16); 2130=D1703 (14). Riedel, L. 613 (16). Silva, F. C. & Mendonça, C. 142 (3). Silva, M. J. 4518 (17). Silva, M. J. *et al.* 4204 (1). Simon, M. F. 1111 (17). Souza, V. C. 21566 (7). Verboonen, S. M. 26 (16). Verboonen, S. M. *et al.* 153 (7). Vieira, R. F. *et al.* 46 (14). Walter, B. M. T. *et al.* 3644 (15); 4807 (19). Werneck, W. L. 720 (16); 744 (7). Wood, J.

R. I. 23900 (9). Wood, J. R. I. *et al.* 23816 (2); 26305 (9); 26346 (2); 26507 (2); 26608 (9).
Ule, E. 782 (13).

3. Capítulo III:

Filogenia de *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae)

3.1. Introdução

Manihot Mill. (Euphorbiaceae – *Manihotoides*) é um gênero endêmico da região neotropical com distribuição prioritária nas áreas secas, e com representantes ocorrendo desde o sul do Arizona nos Estados Unidos, América Central, até o norte da Argentina, na América do Sul (Rogers & Appan, 1973). O gênero está representado por 109 espécies (Mendoza, 2014) com maior representatividade e nível de endemismo no bioma Cerrado (Mendoza *et al.*, 2015) e ampla diversidade de formas de vida, desde pequenos subarbustos rosetiformes de 5–10 cm de altura, arbustos com numerosos ramos ou caules saindo da base ou cespitosos, até árvores de 10–15 m de altura. Dois centros de endemismo são referidos para *Manihot*, o sudoeste do México-Guatemala e o Cerrado do Brasil Central (Rogers & Appan, 1973). No Brasil, as montanhas do Brasil Central, formadas por uma paisagem heterogênea com diferentes tipos de vegetação, são um importante centro de diversidade e endemismo para *Manihot*. Os representantes do gênero são monoicos, com folhas lobadas a inteiras, flores unissexuais, monoclamídeas, pentâmeras, sendo as flores estaminadas gamotépalas com 10 estames, as flores pistiladas gamotépalas ou dialitépalas, ovário 3-carpelar, 3-locular, e fruto capsular com sementes carunculadas. *Manihot* encontra-se inserido na tribo monotípica *Manihoteae* (Melchior, 1964; Webster, 1975), baseada na presença de apenas um verticilo floral nas flores (Rogers & Appan, 1973).

A monografia de Rogers & Appan (1973) é o tratamento mais completo de *Manihot* até o presente e forma a base de todo o trabalho taxonômico que se seguiu. Estes autores reconheceram 98 espécies e propuseram uma classificação infragenérica consistindo de 19 seções taxonômicas baseadas nas análises de 44 caracteres especialmente relacionados às folhas (Tabela 1). Posteriormente, os trabalhos de Allem (1978, 1979, 1989a 1989b, 1999, 2001) foram valiosas contribuições para o conhecimento do gênero no Brasil e acrescentaram vários táxons ao gênero, citações de novas localidades de ocorrência do gênero e novas características para táxons já descritos.

Tabela 1: Seções taxonômicas de *Manihot* Mill., sensu Pax (1910) e Rogers & Appan (1973).

Seção e autor	Espécie-tipo
<i>Manihot</i> Miller	<i>Manihot esculenta</i> Crantz.
<i>Anisophyllae</i> D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot anisophylla</i> (Griseb.) Muell.-Arg.
<i>Brevipetiolatae</i> Pax emend. D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot orbicularis</i> Pohl
<i>Caerulescentes</i> D.J.Rogers & Appan,	<i>Manihot caerulescens</i> Pohl
<i>Carthagenenses</i> D.J.Rogers & Appan,	<i>Manihot carthagenensis</i> (Jacq.) Müll.Arg.
<i>Crotalariaeformes</i> D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot crotalariaeformis</i> Pohl
<i>Foetidae</i> D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot foetida</i> (H.B.K.) Pohl
<i>Glaziovianae</i> Pax emend. D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot glaziovii</i> Müll.Arg.
<i>Graciles</i> D.J.Rogers & Appan,	<i>Manihot gracilis</i> Pohl
<i>Grandibracteatae</i> Pax emend. D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot tomentosa</i> Pohl
<i>Heterophyllae</i> Pax emend. D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot janiphoides</i> Muell.-Arg
<i>Parvibracteatae</i> Pax emend. D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot aesculifolia</i> Pohl
<i>Peltatae</i> Pax emend. D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot peltata</i> Pohl
<i>Peruvianaes</i> D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot peruviana</i> Müll.Arg.
<i>Quinquelobae</i> Pax emend. D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot quinqueloba</i> Pohl
<i>Sinuatae</i> Pax emend. D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot warmingii</i> Muell.Arg.
<i>Stipulares</i> Pax emend. D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot stipularis</i> Pax & K.Hoffm.
<i>Tripartitae</i> D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot tripartita</i> Müll.Arg.
<i>Variifoliae</i> D.J.Rogers & Appan	<i>Manihot variifolia</i> Pax & K.Hoffm.

Mais recentemente, o grupo foi abordado do ponto de vista filogenético e estudos foram realizados e indicaram que *Manihot* é um grupo monofilético. A maioria dos estudos focaram a origem da mandioca (Olsen & Schaal, 1999; Roa *et al.*, 2000; Olsen, 2004; Schaal *et al.*, 2006), ou a diversidade genética desta cultura (Carvalho *et al.*, 2001; Siqueira *et al.*, 2009, 2010) e as relações da espécie cultivada com os parentais (Roa *et al.*, 1997; Cabral *et al.*, 2000).

Bertram (1993) utilizou dados moleculares de RFLP (Polimorfismo no Comprimento de Fragmentos de Restrição) e indicou que os caracteres utilizados por Rogers e Appan (1973) para a classificação taxonômica de *Manihot* eram homoplásicos e que a origem da cultura da mandioca cultivada era sul-americana. Schaal *et al.* (1994), realizaram um estudo filogenético baseado em sequências ITS de DNA ribossomal nuclear

e reconheceram um grupo de espécies da Mesoamérica e outro da América do Sul. Além disso, aponta que as seções taxonômicas propostas para o gênero Rogers e Appan (1973) não eram monofiléticas. Allem (1994, 2002) contribuiu para o entendimento da evolução das espécies de *Manihot* e propôs intuitivamente o parentesco entre as espécies *M. esculenta* e *M. flabellifolia*.

Mais tarde, Chacon *et al.* (2008), utilizou 28 espécies silvestres e três subespécies de *Manihot esculenta* no grupo-interno, incluindo espécies da Mesoamérica e América do Sul, e sequências de DNA de duas regiões de cloroplastos e o gene nuclear G3pdh. Este estudo compreendeu 31% do número total das espécies de *Manihot*, e representou 14 das 19 seções taxonômicas (Tabela 1) propostas por Rogers & Appan (1973). A partir dos resultados, Chacon *et al.* (2008) propuseram um cenário biogeográfico para o gênero. As espécies da América do Sul formaram um grupo monofilético e a origem do gênero foi apontada como recente, durante o Mioceno, entretanto, não houve esclarecimento quanto ao local de origem do gênero, segundo os autores, devido a amostragem limitada de espécies de Centro e Norte América. Para as espécies da América do Sul, a diversificação começou no Cerrado do Brasil centro-leste, aproximadamente há 6,6 mya coincidindo com a recente origem indicada em estudos recentes (Pennington *et al.*, 2006; Simon *et al.*, 2008), baseados na datação molecular de filogenias de espécies endêmicas do Cerrado, os quais indicam uma origem de 4-8 mya para o bioma.

Posteriormente, Duputie *et al.* (2011), reconstruíram a história biogeográfica de *Manihot* utilizando sequências para dois genes nucleares e um não-codificador da região de cloroplastos, para 101 amostras, representando 52 espécies e a variação fenotípica e ecológica. Como resultados os autores observaram que as espécies de *Manihot* da Mesoamérica posicionaram-se basais às espécies sul-americanas e que as espécies do Cerrado formam clados bem definidos, assim como as espécies da Caatinga do nordeste do Brasil e as espécies restritas ao longo da borda da bacia amazônica. Os autores indicam que a ausência de resolução observada ao nível de espécie em vários clados revela polimorfismo ancestral ou hibridação entre espécies.

O estudo mais recente com análise filogenética de *Manihot* é apresentado por Cervantes-Alcayde *et al.* (2015) que utilizaram 20 espécies norte-americanas com diferentes formas de crescimento, e marcadores de cloroplasto (psbA-trnH, trnL-trnF) e loci nucleares (PEPC e duas cópias parálogas de G3pdh). Visou testar a premissa de que clados morfologicamente diversos são úteis para detectar a evolução morfológica adaptativa. Os resultados apoiaram o monofiletismo das espécies norte-americanas de

Manihot que três a quatro formas de crescimento evoluíram repetidamente. Os autores concluíram que as espécies *Manihot* norte e sul-americanas são clados-irmãos e indicam que uma revisão taxonômica das espécies norte-americanas se faz necessária.

Todos os estudos filogenéticos que abordaram *Manihot* de forma abrangente Chacon *et al.* (2008), Duputié *et al.* (2011) e Cervantes-Alcayde *et al.* (2015), confirmaram que as seções taxonômicas são parafiléticas ou polifiléticas. É evidenciado também nestes estudos que diferentes marcadores moleculares foram utilizados, tanto nucleares como de cloroplasto, e que as topologias continuaram apresentando clados com baixos suportes com frequentes politomias. Os trabalhos de Chacon *et al.* (2008) e Duputié *et al.* (2011), revelaram discrepâncias na identificação taxonômica dos espécimes utilizados, que fica evidenciado quando amostras da mesma espécie (ex. *Manihot cecropiifolia* Pohl e *M. quinquepartita* Rogers & Appan.) aparecem posicionadas em clados diferentes. Determinações imprecisas de espécies são comuns em *Manihot* decorrentes da plasticidade fenotípica encontrada no gênero. A maioria dos autores que lidaram com estudos filogenéticos no gênero indica a necessidade não apenas de novas reconstruções filogenéticas, mas também extensos estudos biosistemáticos e de campo.

O presente estudo é baseado em ampla amostragem em material de herbários e proveniente de coletas próprias e observações de populações na natureza, realizadas em toda a faixa de distribuição do gênero, especialmente no Cerrado e visa discutir relações filogenéticas em *Manihot* e promover uma melhor compreensão da introdução e diversificação do gênero no Cerrado.

3.2. Materiais e métodos

O estudo molecular foi desenvolvido no Laboratório de Genética Vegetal da Embrapa/Cenargen (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia), sob a supervisão do Dr. Peter Inglis.

3.2.1. Amostragem

Foram amostrados 501 espécimes de *Manihot* entre material de campo e herbário, sendo 290 (57.88%) coletadas durante viagens de campo realizadas na Bolívia e Brasil e 211 (42.12%) obtidas a partir de exsicatas depositadas nos herbários ALCB (1), CEN (163 amostras), CGMS (1), HUEFS (7), INPA (2), MBM (13), MG (3), UB (7), USZ (3) e XAL

(11). Como grupo externo foram utilizadas duas espécies de *Jatropha* L.: *J. gossypifolia* L. e *J. mollissima* (Pohl) Baill. e uma amostra de *Cnidocolus cnicodendron* Griseb. Foram obtidos DNA de ótima qualidade para um total de 443 amostras (Anexo 1), o que correspondem a 190 táxons dos 200 reconhecidos neste estudo. Para cada táxon foram utilizados 1 a 3 espécimes.

Foram amostrados representantes dos diferentes biomas Sul-americanos, entre eles Amazônia (9 espécies), Mata Atlântica (5 espécies), Chaco/Chiquitano (6 espécies), Andes (4 espécies) e Cerrado (157 táxons), além de 9 espécies do Centro e norte América. Também foram utilizadas cinco sequências de espécies de *Manihot* disponíveis no GenBank, além do *Cnidocolus urens* (L.) Arthur. O número reduzido de amostras utilizadas do GenBank deve-se à presença de dois genes parálogos no gene G3pdh, e poucas e repetidas sequências do gene trnL.

3.2.2. Extração, amplificação e sequenciamento DNA

A extração foi realizada a partir de fragmentos de folhas em sílica gel e folhas provenientes de material de herbário, segundo o protocolo hexadecyltrimethylammonium bromide – CTAB (Doyle & Doyle, 1987) com pequenas modificações. Os fragmentos foram triturados e incubados por 40–60 min a 65°C em solução de 700µL de CTAB 2% e 1% de β-mercaptoetanol, posteriormente adicionou-se o CIA (clorofórmio: álcool isoamílico, 24:1), logo foi feita a homogeneização da solução e centrifugação para separação em duas fases, e posterior separação do líquido contendo o DNA que foi precipitado em álcool isopropílico (100%) gelado e armazenado por 60 minutos em freezer de -20°C, homogeneizando cuidadosamente cada 15 minutos. Em seguida foi centrifugado por 15 minutos a 12000 rp, lavado com etanol e resuspendido em 50 µL de tampão Tris-EDTA. A quantificação do DNA foi feita através de eletroforese horizontal em gel de agarose 1%, corado com brometo de etídio e visualizados em transiluminador de luz ultravioleta (UV). A qualidade do DNA extraído foi avaliada visualmente e sua concentração estimada por comparação com uma amostra de DNA com concentração conhecida (DNA *lambda*).

A amplificação foi realizada usando a Reação em Cadeia de Polimerase – PCR, com 1µL do DNA (aproximadamente 15 ng). As reações e os ciclos foram realizados em termociclador Veriti® 96-Well (Applied Biosystems), segundo a descrição apresentada na Tabela 2.

Foram testados sete marcadores: NIA (nitrate reductase), utilizado por Duputié *et al.* (2011) apresentou baixo poder discriminatório entre as espécies; psbA-trnH (intergenic spacer region), empregado por Cervantes-Alcayde *et al.* (2015); e ETS (External Transcribed Spacer), sendo que nos dois últimos não foram obtidas boas sequências.

Tabela 2. Descrição dos protocolos e reações para amplificação – PCR

Reagente	trnL	G3pdh	ITS	MetEcp
Buffer - 10X (µL)	1,5	1,5	1,5	
Buffer - 5X (µL)				3,60
dNTPs - 10 mM (µL)	1,2	1,2	1,2	2,00
BSA - 2.5 mg (µL)	1,2	1,2		
BSA - 1.75 mg (µL)				1,75
MgCl ₂ - 5 (µL)				2,00
Ethylene Glycol (µL)			1,00	
Trehalose (1M) (µL)			3,00	
Primer F µM (µL)	0,45	0,75	0,45	1,00
Primer R µM (µL)	0,45	0,75	0,45	1,00
Taq polymerase (µL)	0,2	0,2	0,15	
Gotaq polymerase (µL)				0,15
DNA (µL)	1,00	1,00	1,00	1,00
H ₂ O (µL)	9,00	8,40	6,25	4,50
Total volume (µL)	15	15	15,00	17,00
Programa de reações PCR				
Numero de ciclos	35	35	35	35
Ciclo inicial	95° /2:00 m	95° /2:00 m	95° /2:00 m	95° /5:00 m
Desnaturamento	95° /0:20 m	95° /0:20 m	95° /0:20 m	95° /0:30 m
Anelamento	54° /1:00 m	60° /1:00 m	55° /0:30 m	60° /1:30 m
Naturamento	72° /1:00 m	72° /1:00 m	72° /1:20 m	72° /1:30 m
Ciclo final	72° /7: m	72° /7: m	72° /7: m	72° /7: m

Foram utilizados os marcadores nucleares: Glyceraldehyde-3-Phosphate Dehydrogenase - G3pdh (Strand *et al.*, 1997), já utilizado nos trabalhos de filogenia de

Manihot por Chacon *et al.* (2008), Duputié *et al.* (2011) e Cervantes-Alcayde *et al.* (2015); o Internal Transcribed Spacer – ITS (Chen *et al.*, 2016) pela primeira utilizado na filogenia de *Manihot*; Cobalamin-independentmethionine-syntace –MetEcp (Silveira *et al.*, artigo submetido para publicação), marcador inédito especificamente desenvolvido para *Manihot*; e o marcador de cloroplasto trnL (non-coding chloroplast region), utilizado parcialmente como trnC-D por Duputié *et al.* (2011), trnL-F, por Chacon *et al.* (2008) e Cervantes-Alcayde *et al.* (2015). As sequências dos primers utilizados seguem na Tabela 3.

Tabela 3. Sequências e referências dos *marcadores* utilizados nas ampliações por PCR

Marcador	Nome do oligonucleotídeo	Sequência	Referência
G3pdh	GPD7F	5' GATAGATTTGGAATTGTTGAGG 3'	Strand <i>et al.</i> 1997
	GPD9R	5' AAGCAATTCCAGCCTTGG 3'	
ITS	ITS-An5	5' CCTTATCAYTTAGAGGAAGGAG 3'	Cheng <i>et al.</i> 2016
	ITS-U4	5' RGTTCCTTTTCCTCCGCTTA 3'	
MetEcp	MetEcp_6F	5' TGCAGTTGACCTAGCAAATGA 3'	Silveira <i>et al.</i> (em revisão)
	MetEcp_6R	5' AGCCTCATTGTGACACCCTTG 3'	
trnL	C	5' CGAAATCGGTAGACGCTACG 3'	Taberlet <i>et al.</i> 1991
	D	5' GGGGATAGAGGGACTTGAAC 3'	
	E	5' GGTTC AAGTCCCTCTATCCC 3'	
	F	5' ATTTGAACTGGTGACACGAG 3'	

Os produtos resultantes da PCR foram purificados utilizando as enzimas exonuclease I e fosfatase alcalina de camarão (ExoSAP-IT kit; ThermoFisher, Waltham, Massachusetts, USA), usando para cada produto: 2 µL de solução contendo 0,725 µL de Tris (pH 8,50mM); SAP na concentração de 0,25 U/µL e EXO I na concentração de 0,25 U/µL por 45 min a 37°C e 20 min a 80°C, para inativação das enzimas. Posteriormente sequenciados em ambas as direções usando o Big Dye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems, Austin, Texas, USA) em um analisador automático de DNA modelo ABI 3730 (Applied Biosystems).

3.3 Análises filogenéticas

As sequências obtidas foram editadas e montadas em contigs utilizando-se o programa ChromasPro (V.2.0.1; Technelysium Pty Ltd). Através da análise visual dos eletroferogramas, as sequências consideradas de boa qualidade foram selecionadas e reunidas em matrizes usando BioEdit (V.7.2.5.0; Hall, 1999). Terminais que mostraram incongruências significativamente elevadas foram excluídos das análises. As matrizes resultantes foram alinhadas através do programa MAFFT com opção G-INS-i (versão 7; Katoh & Standley, 2013). Os indels foram considerados como dados perdidos para o ITS, e codificados para G3pdh, MetEcp e trnL, sendo tratados com algoritmo de codificação simples no software FastGap 1.2.1 (Borchsenius, 2009). A matriz concatenada, com os quatro marcadores foi montada usando o software Sequence Matrix (v.1.8.; Vaidya *et al.*, 2011). Foi também empregado o programa Mesquite V.3.02 (Maddison & Maddison, 2014) para transformar os dados ou matrizes já limpas em formatos reconhecidos no programa MrBayes (v.3.2.6; Ronquist & Huelsenbeck, 2003) para análises com método de Inferência Bayesiana (IB), e também para o programa IQ-TREE (v.1.6.0., Nguyen *et al.*, 2015) para análise com Máxima Verossimilhança (MV). As análises IB usaram um protocolo de MCMCMC (Metropolis-coupled Markov chain Monte Carlo) incluindo duas corridas paralelas de quatro cadeias (uma fria e três aquecidas) para dez milhões de gerações com amostragens das árvores geradas a cada mil gerações. Se a estimativa da convergência das corridas paralelas e o desvio padrão das frequências divididas não caíam abaixo de 0.01 até no final da corrida, a análise era prorrogada com gerações adicionais. Antes do cálculo da árvore de consenso de regra majoritária de 50%, os primeiros 25 % das árvores foram descartadas como “burn-in”. Apoio para os ramos foram determinadas nas análises MV utilizando os testes de *ultrafast bootstrap -bb*, SH-aLRT (Nguyen *et al.*, 2015) e nas análises IB através do cálculo dos valores de probabilidade posterior (Ronquist & Huelsenbeck, 2003).

Foram realizadas análises filogenéticas usando inferência Bayesiana (IB) e máxima verossimilhança (MV) independentes para cada marcador e posteriormente elaborou-se uma matriz combinada com todos os marcadores. Todas as árvores foram visualizadas e editadas no programa FigTree V.1.4.3 (<http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>).

Para a elaboração da árvore concatenada baseada nos quatro marcadores, foi selecionada apenas uma amostra por táxon/terminal e sempre que possível foi escolhida uma amostra que foi sequenciada para os quatro marcadores, no entanto, para as amostras

que faltaram um determinado marcador, foi complementado com a sequência de uma das amostras disponíveis do mesmo táxon (Anexo 1).

3.4. Resultados e discussão

A partir da amplificação de regiões nucleares do DNA: ITS, G3pdh, MetEcp e plastidiais: TrnL, um total de 1.137 sequências foram geradas para *Manihot* (Tabela 4), incluindo representantes de todas as regiões onde o gênero ocorre naturalmente.

Cento e noventa dos 200 táxons reconhecidos na análise morfológica foram sequenciados com sucesso para pelo menos dois marcadores: ITS (406 sequencias), G3pdh (388), MetEcp (178) e TrnL (165) (Anexo 1).

A matriz combinada gerou um total de 3.322 pb (2.968 pb, exclusivamente de *Manihot*), sendo ITS (627 pb), G3pdh (744 pb), MetEcp (653 pb) e de trnL (944pb) (Tabela 4).

Tabela 4: Sumario do alinhamento das matrizes de cada marcador utilizado e da matriz concatenada com informações estatísticas das árvores de Máxima Verossimilhança (MV).

Característica	Matriz concatenada	Nucleares			Cloroplasto	
		ITS	G3pdh	MetEcp	TrnL	
Número de terminais	151	150	151	94	85	
Cumprimento da Matriz: nucleotídeos (PB)	3323	667	867	711	1078	
Número de sítios constantes	2391 (71.9531%)	418 (62.6687%)	491 (56.6321%)	530 (74.5429%)	952 (88.3117%)	
Número de sítios invariantes	2391 (71.9531%)	418 (62.6687%)	491 (56.6321%)	530 (74.5429%)	952 (88.3117%)	
Número sítios parcimoniosamente informativos	422	136	179	82	25	
Número de padrões de sítios distintos	992	254	377	260	111	
Modelo de melhor ajuste de acordo com BIC	GTR+F+R3	GTR+F+R3	TIM+F+R3	TVM+F	TVM+F+R2	

As topologias das árvores Máxima Verossimilhança MV e Inferência Bayesiana IB resultantes da análise com quatro marcadores combinados corroboram o monofiletismo de

Manihot (figura 1, Anexo 3), já apontada por Chacon *et al.* (2008), Duputié *et al.* (2011) e Cervantes-Alcayde *et al.* (2015). A análise individual de cada marcador gerou árvores com topologias diferentes para alguns grupos, como por exemplo as espécies de Centro e Nore América (Anexos 4–6). Contudo, as hipóteses filogenéticas obtidas pelos métodos de Máxima Verossimilhança e Inferência Bayesiana são conflitantes entre si, já que a árvore de consenso da análise de IB resultou em várias politomias (Anexo 2), enquanto as análises de MV apresentaram melhor resolução, com valores altos de bootstrap (acima de 95%) para vários clados formados (Figura 1). Em contrapartida, o método IB indica suporte alto (1PP) para a posição basal, em relação ao restante das espécies do gênero, das espécies do extremo sul de distribuição de *Manihot* (politomia *M. grahamii*, *M. boliviana*–*M. hassleriana*), em concordância com as análises de MV (100bb *M. boliviana*, 100bb *M. grahamii*, 85bb *M. hassleriana*).

A filogenia de *Manihot* apresentou uma configuração fortemente associada à distribuição geográfica dos grupos de espécies (Figura 1) e em geral, não foram observados grupos morfologicamente coerentes, exceto pelos clados 3 e 6, discutidos abaixo. Os clados observados na árvore de consenso da análise de Máxima Verossimilhança seguem abaixo com os valores de probabilidade posterior/ultrafast bootstrap/SH-aLRT (PP/-bb/-alrt):

- Clado 1 – Centro e Norte América (0.76/86/89.4). Inclui seis das sete espécies de ocorrência restrita a América Central e do Norte. O clado 1 posiciona-se na base de um clado maior com o restante das espécies da América do Sul.

- Clado 2 - Caatinga e Chaco (1/96/35.9). Inclui quatro espécies cuja distribuição se estende pelos biomas Caatinga, no nordeste do Brasil, Cerrado, na região Centro-Oeste e Chaco, na região semiárida do sul da América do Sul. Na Caatinga, *Manihot glaziovii* (CE, RN), *M. bellidiflora* e *M. jacobinensis* (BA), e nas florestas secas do Chaco, *M. guaranitica*, amplamente distribuída na Argentina, Bolívia, Brasil (MT, MS) e Paraguai.

- Clado 3 - Bolívia e áreas adjacentes (0.51/96/91.7). Constituído por seis táxons com distribuição prioritária no cerrado boliviano, sendo quatro endêmicos da área de cerrado da Bolívia que faz limite com Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, no Brasil. *Manihot sagittata* registra uma distribuição isolada numa área reduzida entre o norte do GO e sul do TO, *M. triphylla* apresenta uma ampla distribuição no Centro-Oeste até o Nordeste brasileiro. As espécies deste clado compartilham o formato longo-campanulado das flores estaminadas.

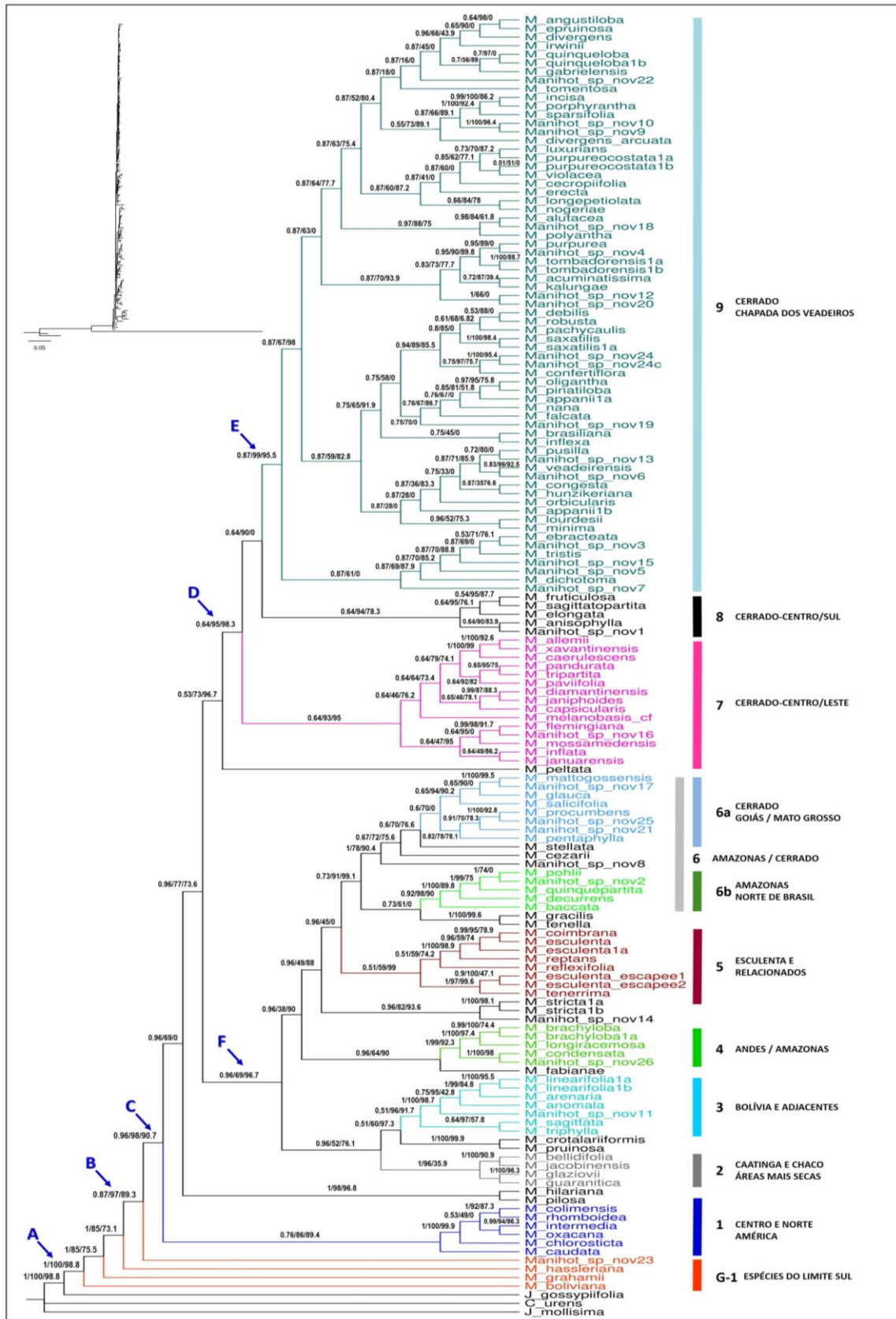


Figura 1. Filograma de Máxima Verossimilhança dos marcadores ITS, G3pdh, MetEco e TrnL combinados. Os valores dos ramos representam os valores de probabilidade posterior/ultrafast bootstrap/SH-aLRT, respectivamente.

- Clado 4 - Andes e Amazonas (1/99/92.3). Três das espécies que compõem este clado ocorrem na zona de florestas secas dos Andes, em altitudes de 1.500-2.000 m, e nas terras baixas da Amazônia de cerca de 50 m de altitude. São *M. condensata* e *Manihot* sp. nov. 26, restritas às montanhas da Bolívia, e *M. brachyloba* de distribuição ampla, com registros nas montanhas dos Andes, na Amazônia e na América Central. *Manihot longiracemosa* é endêmica de áreas secas (Caatinga) da Bahia.

- Clado 5 - *Manihot esculenta* e relacionados (0.51/59/99) clado possui baixo suporte, no entanto é constituído por seis espécies separadas em dois subclados: o primeiro (1/100/98.9) inclui duas amostras de *M. esculenta* (cultivadas em áreas distintas), *M. coimbrana* (de florestas do Mato Grosso e floresta chiquitana na Bolívia) e *M. reptans* (dos cerrados de Goiás). O segundo subclado (1/97/99.6) contém duas amostras de *Manihot esculenta* (mandioca) que foram consideradas como subespontâneas (escapee), pois estas não apresentam diferenças morfológicas da espécie cultivada e se encontravam crescendo em floresta próxima a campo de cultivo. As outras espécies deste clado são nativas do Cerrado ou Caatinga, *M. reptans* da Serra dos Pirineus, em GO e *M. tenerrima*, do noroeste de Minas Gerais e *M. reflexifolia*, da Chapada Diamantina, na BA. Nenhuma das espécies silvestres deste clado foram relacionadas à *M. esculenta* em estudos anteriores relacionados à busca da origem da mandioca cultivada (Bertram, 1993; Cabral *et al.*, 2000; Carvalho *et al.*, 2001; Olsen, 2004; Olsen & Schaal, 1999; Roa *et al.*, 1997, 2000; Schaal *et al.*, 2006), ou estudos filogenéticos (Duputié *et al.*, 2011; Chacon *et al.*, 2008; Cervantes-Alcayde *et al.*, 2015)

- Clado 6 - Amazonas e Cerrado (073/91/99.1). Inclui 16 táxons que ocorrem em toda a região amazônica ao norte do Brasil, nas Guianas e Venezuela, floresta atlântica, ao sudeste do Brasil (*M. pohlii* –BA, SP); e no Cerrado, ao Sul de TO e Norte de GO, MT além do Chaco (*M. procumbens* e *Manihot* sp. nov. 21). Dois subgrupos são observados: o subgrupo 6b (0.92/98/90) no qual as espécies são escandentes de ambientes florestais (exceto *M. decurrens*), com distribuição principalmente amazônica, mas também na Mata Atlântica. O subgrupo 6a (0.6/70/0) é de espécies restritas à vegetação de cerrado (exceto *M. procumbens* e *Manihot* sp. nova 21) que compartilham folhas unilobadas (exceto *M. procumbens* e *Manihot* sp. nova 21) e brácteas laminares, de cerca de 10 x 5 mm de comprimento (vs. brácteas lineares, filiformes ou reduzidas, de menos de 2 mm de comprimento).

- Clado 7 – Cerrado-Centro/Leste (0.64/93/95). Constituído por 15 espécies distribuídas no Cerrado (MT, GO, PA) incluindo espécies ocorrentes nas montanhas da Cadeia do Espinhaço (BA, MG), *Manihot inflata*, que ocorre na Mata Atlântica (RJ) e *M. diamantinensis* na Caatinga (BA).

- Clado 8 Cerrado-Centro/Sul (0.64/94/78.3). Constituído por espécies de várias regiões inclusive do Cerrado de baixas altitudes: *M. fruticulosa* e *M. sagittatopartita* do cerrado próximo a Cristalina de Goiás, GO, *M. elongata* da Caatinga (BA, MG), *M. anisophylla* do Chaco (Argentina, Bolívia, Paraguai) e *Manihot* sp. nova 2, da Amazônia, que inclui Bolívia e Brasil (AC, AM, RO).

- Clado 9 - Cerrado-Chapada dos Veadeiros (087/99/95.5). Inclui 67 amostras de 62 espécies, 56 destas endêmicas da Chapada dos Veadeiros, Goiás, que inclui as áreas montanhosas de 1.000-1600 m de altitude, que se estende da porção norte do Distrito Federal, no sentido norte a Alto Paraíso de Goiás, até a Serra do Tombador, no norte de Goiás.

A filogenia de *Manihot* apresenta as espécies do extremo sul de distribuição do gênero posicionada como grupo-irmão ao restante do gênero, como *M. boliviana*, endêmica do Bosque Serrano Chaqueño, na Bolívia, seguida por outras espécies do sul como *M. grahamii*, distribuída na Argentina, Bolívia, Paraguai, e Mato Grosso do Sul, no Brasil, *M. hassleriana*, nativa da área limítrofe entre o Brasil e Paraguai e *Manihot* sp. nov. 23, do MT, Brasil. Na filogenia de Cervantes-Alcayde *et al.* (2015) espécies do extremo sul (*M. grahamii* e *M. hunzikeriana*) posicionaram-se como grupo-irmão do clado com as espécies da América do Sul.

Na topologia da árvore concatenada (Figura 1) as espécies Centro e Norte América Clado 1 (0.76/86/89.4) também surgem como grupo-irmão do clado das espécies sul-americanas (figura 1, clado C). Entretanto, no presente estudo, o grupo Centro e Norte América não se apresenta monofilético devido ao posicionamento incongruente de *M. angustiloba*, espécie centro e norte-americana, no clado 9.

Duputie *et al.* (2011) refere uma provável origem Mesoamericana para *Manihot*, e que em torno de 3,5 Ma, houve a colonização do continente sulamericano com irradiações que atingiram rapidamente a parte sul do continente e o leste, alcançando o Cerrado através das planícies sazonalmente secas e também para o norte, adaptando-se aos ambientes úmidos de áreas abertas de florestas na Amazônia. No presente estudo, o clado F (0,96/69/96,7) apresenta os cladogramas 2–6, alguns coincidentes com os grupos encontrados nos estudos filogenéticos de Duputie *et al.* (2011) como um clado bem suportado

(0,64/95/98,3) de espécies arbustivas endêmicas do cerrado do Brasil central (Clado D); um clado de arbustos de cerrado e florestas (Clado 6), um clado com representantes escandentes de clareiras e bordas de florestas (Clado 4); um clado com espécies da caatinga (Clado 2).

O clado D (0,64/95/98,3) apresenta eventos de colonização no Cerrado e inclui três cladogramas (7, 8, 9) com alto suporte nas análises MV (clado 7 – 93bb, clado 8 – 94bb, clado 9 – 99bb) e baixo suporte na análise IB (clado 7 – 0,64PP, clado 8 – 0,64PP, clado 9 – 0,87PP) e contém a ampla maioria das espécies que ocorrem nas áreas de serras e planaltos da área core do bioma (Minas Gerais e Goiás e Tocantins e enclaves em estados adjacentes), em altitudes que variam de 800-1600 m snm. Um clado contendo espécies arbustivas de Cerrado foi reportado por Duputie *et al.* (2011), com suporte alto, em todas as filogenias obtidas com os diferentes marcadores utilizados naquele estudo. Para Chacon *et al.* (2008) a diversificação do gênero *Manihot* começou no Cerrado do Brasil centro-leste, aproximadamente há 6,6 mya coincidindo com a recente origem do Cerrado indicada em estudos recentes (Pennington *et al.*, 2006; Simon *et al.*, 2008), baseados na datação molecular de filogenias de espécies endêmicas, os quais indicam uma origem de 4-8 mya para o bioma.

No presente estudo foi possível observar cinco principais introduções de *Manihot* no Cerrado, duas representadas por espécies que habitam áreas de Cerrado de baixas elevações e também Caatinga e Chaco (clados 6a e 2). No clado 6a ocorrem espécies restritas à vegetação de cerrado de baixas elevações de Mato Grosso e Goiás. O clado 2 é coerente com um padrão de distribuição coincidente com a diagonal de áreas abertas ou corredor de savanas, correspondente a uma faixa que se estende do nordeste do Brasil ao noroeste da Argentina, incluindo as áreas biogeográficas da Caatinga, do Cerrado e do Chaco (Zanella, 2010) e cuja estreita relação tem sido reportada em estudos biogeográficos (ex. Carvalho *et al.*, 2013).

Outras três introduções são correspondentes à área core do bioma Cerrado, onde se observa a maior diversificação no gênero (clado D). A distribuição de *Manihot* no Cerrado é verificada nas montanhas a leste e oeste do Brasil, tendo a bacia do rio São Francisco como possível barreira para a maioria das espécies que ocorrem na Cadeia do Espinhaço e nas montanhas de Goiás. Os cladogramas 7 e 8 têm maior representatividade de espécies do Cerrado centro-leste, sendo o clado 7 (0,64/93/95) em geral constituído por espécies amplamente distribuídas no Cerrado incluindo espécies ocorrentes nas montanhas da Cadeia do Espinhaço (BA, MG), na Caatinga e Mata Atlântica e o clado 8 (0,64/94/78,3)

constituído de espécies do Cerrado de áreas do complexo de serras do sudoeste de Minas Gerais e sudeste de Goiás, Serra da Canastra-Cristalina, respectivamente, e da Cadeia do Espinhaço (MG, BA), além de espécies da Caatinga e do Chaco.

Observa-se nos clados 7 e 8, espécies do Cerrado de áreas do complexo de serras do sudoeste de Minas Gerais e sudeste de Goiás, Serra da Canastra-Cristalina, respectivamente, e da Cadeia do Espinhaço (MG, BA) posicionadas em clados diferentes das outras espécies do Cerrado do clado 9 (Goiás), entretanto com pequenos clados de espécies-irmãs com ocorrência em MG e GO, como no clado *M. fruticulosa*–*M. sagittatopartita*, uma da região das montanhas da Serra da Canastra (MG) e outra de Cavalcante, GO, respectivamente. As áreas de altitude da Serra da Canastra e adjacências, tratadas por Inglis & Cavalcanti (2018) como Arco da Canastra, foram reportadas como uma área de ligação entre as montanhas da Serra do Espinhaço e do Planalto Goiano. Outros estudos filogenéticos, como o de Loeuille *et al.* (2015) com *Heterocoma* (Asteraceae) indicaram que espécies das montanhas da Serra da Canastra estão proximamente relacionadas às espécies das montanhas de Goiás, além de estudos que apontaram similaridade florística entre essas áreas (Nakajima & Semir, 2001; Romero & Martins, 2002).

O clado E, ou clado 9 (0,87/99/95), representa a principal radiação que ocorreu no Cerrado, onde se verifica alto nível de endemismo, evidenciado pela presença de cerca de 56 espécies endêmicas. O clado 9 reúne quase exclusivamente espécies de Goiás que ocorrem na Chapada dos Veadeiros, região montanhosa composta por montanhas e pequenas serras que, no conjunto, formam um planalto com as maiores altitudes da região Centro-Oeste, com cotas superiores a 1.600m, constituídas por quartzitos datados de 1-1,8 bilhão de anos (Campos *et al.*, 2013; Pimentel *et al.*, 1991). A elevação do Planalto Central Brasileiro no Plioceno Inferior tem sido interpretada como um grande evento responsável pelo isolamento e diferenciação de biotas ao longo dessas áreas nas quais a ocorrência de vegetação das áreas abertas, de alta altitude, associada a outras variáveis como clima, diversidade de habitats, tipos de solo, contribui para o isolamento das populações e processos de endemismos (Alvez & Kolbec, 1994; Chaves *et al.* 2015; Vasconcelos, 2011).

Padrões de diversidade e endemismo das espécies de *Manihot*, especialmente nas montanhas de Goiás, poderiam ser explicados pela hibridização como um mecanismo importante de especiação. Hibridação e também polimorfismo ancestral (Chacon *et al.*, 2008; Duputie *et al.*, 2011) são eventos que foram reportados para *Manihot* como uma provável explicação para as dificuldades de melhores esclarecimentos das relações

filogenéticas no gênero. Espécies consideradas poliploides em *Manihot* apresentaram estabilidade cariotípica ($2n=36$) ligada a eventos de diploidização do cariótipo como processo adaptativo associado à utilização da via assexuada como processo alternativo de reprodução, contornando possíveis problemas meióticos (Nassar, 1978; Silva, 2011), poderia explicar o sucesso reprodutivo das espécies do gênero.

O grande número de espécies morfológicamente similares em *Manihot* ainda exigirá abordagens moleculares mais extensa em termo de genes, associadas a estudos em nível populacional utilizando microssatélites, e continuidade de estudos taxonômicos para limpeza de nomes em *Manihot* para promover a resolução taxonômica apropriada dos complexos de espécies.

A evidência filogenética molecular realizada nesse estudo corrobora os resultados de Shaal *et al.* (1994), Chacon *et al.* (2008), Duputié *et al.* (2011) e Cervantes-Alcayde *et al.* (2015), de que as seções taxonômicas propostas para *Manihot* (Roger & Appan, 1973) são polifiléticas (Figura 1). As seções propostas foram baseadas principalmente em tipos de hábito e caracteres morfológicos das folhas, estruturas que são amplamente variáveis em *Manihot*. Táxons que apresentam folhas semelhantes em termos de forma, consistência ou pilosidade e táxons com hábitos diferentes (árvores, ervas, subarbustos) não se posicionaram próximos na filogenia, sendo que todas as formas ocorreram repetidamente em quase todos os clados, indicando que esses caracteres não estão vinculados a uma estruturação filogenética fixadas nas linhagens dentro do gênero e sim em evolução convergente de hábito e forma de folhas.

3.5. Literatura citada

- Allem, A. 1978. Notas taxonômicos e novos sinônimos em espécies de *Manihot* – II (Euphorbiaceae). *Revista Brasileira e Biologia* 38: 721–726.
- Allem, A. 1979. Notas taxonômicos e novos sinônimos em espécies de *Manihot* – IV (Euphorbiaceae). *Revista Brasileira e Biologia* 38: 721–726.
- Allem, A. 1989a. A revision of *Manihot* section *Quiquelobae* (Euphorbiaceae). *Revista brasileira da Biologia* 49: 1–26.
- Allem, A. 1989b. Four new species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Brazil. *Revista brasileira da Biologia* 49: 649–662.
- Allem, A. 1994. The origin of *Manihot esculenta* Cratz (Euphorbiaceae). *Genet Res Crop Evol* 41: 133–150.

- Allem, A. 1999. A new species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Brazilian Amazon. *International Journal of Plant Sciences* 160: 181–187.
- Allem, A. 2001. Three new infraspecific taxa of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Brazilian neotropics. *Novon* 11: 157–165.
- Allem, A. 2002. The origins and Taxonomy of Cassava, in *Cassava: Biology, Production and Utilisation* eds R. J. Hillocks, J. M. Thresh, and A. C. Bellotti (New York, NY: CABI Publishing), 1–16.
- Alvez, R.J.V. & Kolbek, J. 1994. Plant species endemism in savanna vegetation on table-mountains (campo rupestre) in Brazil. *Vegetatio* 113: 125-139.
- Bertram, R.B., 1993. Application of molecular techniques to genetic resources of cassava (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae): interspecific evolutionary relationships and intraspecific characterization. [PhD thesis]. University of Maryland, Maryland.
- Borchsenius, F. 2009. FastGap 1.2.1 Software distributed by the authors at http://www.aubot.dk/FastGap_home.htm
- Cabral, G.B., L.J.C.B. Carvalho & B.A. Schaal, 2000. Relationship analysis of closely related species to cassava (*Manihot esculenta* Crantz) based on microsatellite-primed PCR. In: L.J.C.B. Carvalho, A.M. Thro & A.D. Vilarinhos (Eds.), *Cassava Biotechnology – IV Intl Sci Meet-CBN, EMBRAPA-Genet Res Biotechn, Brasilia-DF, Brazil*, pp. 36–50.
- Campos, J. E. G., M. A. Dardenne, F. H. Freitas-Silva & M. A. C. Martins-Ferreira. 2013. Geologia do Grupo Paranoá na porção externa da faixa Brasília. *Brazilian Journal of Geology* 43: 461–476.
- Carvalho, A. L. G., M. R. de Britto & D. S. Fernandes. Biogeography of the Lizard Genus *Tropidurus* WiedNeuwied, 1825 (Squamata: Tropiduridae): Distribution, Endemism, and Area Relationships in South America. *PLoS ONE* 8: e59736.
- Carvalho, L.J.C.B. & B.A. Schaal. 2001. Assessing genetic diversity in the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) germplasm collection in Brazil using PCR-based markers. *Euphytica* 120: 133–142.
- Cervantes-Alcayde, M.; M. E. Olson; K. M. Olsen; L. E. Eguiarte. 2015. Apparent similarity, underlying homoplasy: Morphology and molecular phylogeny of the North American clade of *Manihot*. *Am. J. Bot.* 102: 520–32.
- Chacón J.; S. Madriñán; D. Debouck; F Rodriguez & J. Tohme. 2008. Phylogenetic patterns in the genus *Manihot* (Euphorbiaceae) inferred from analyses of nuclear and chloroplast DNA regions. *Mol. Phylogenetics Evol.* 49: 260–267.
- Chaves, A. V., G. H. S., Freitas, M. F. Vasconcelos & F. R. Santos. 2015. Biogeographic patterns, origin and speciation of the endemic birds from eastern Brazilian mountaintops: a review. *Systematics and Biodiversity* 13: 1–16.

- Cheng, T.; C. Xu; L. Lei†; C. Li.; Y. Zhang & S. Zhou. 2016. Barcoding the kingdom Plantae: new PCR primers for ITS regions of plants with improved universality and specificity. *Molecular Ecology Resources* 16: 138–149.
- Doyle, J.J. & J.L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemistry Bulletin* 19: 11–15.
- Duputié A.; J. Salick & D. Mckey. 2011. Evolutionary biogeography of *Manihot* (Euphorbiaceae, a rapidly radiating Neotropical genus restricted to dry environments. *Jour. of Biogeography* 38: 1033–1043.
- Hall, T. A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. In: *Nucleic acids symposium series*. p. 95–98.
- Inglis, P. W. & T.B. Cavalcanti. 2018. A molecular phylogeny of the genus *Diplusodon* (Lythraceae), endemic to the campos rupestres and cerrados of South America. *Taxon* 67: 66–82.
- Katoh, K. & D. M. Standley. 2013. MAFFT – Multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Mol. Biol. Evol.* 30: 772–780.
- Loeuille, B., J. Semir, L.G. Lohmann & J.R. Pirani. 2015. A phylogenetic analysis of *Lychnophorinae* (Asteraceae: *Vernonieae*) based on molecular and morphological data. *Syst. Bot.* 40: 299–315.
- Maddison, W. P. & D. R. Maddison. 2014. Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Versão 3.01.
- Melchior, H. 1964. *Syllabus der Pflanzenfamilien*. Ed. 12. Vol. II. p. 259.
- Mendoza F., J. M. 2014. *Manihot* (Euphorbiaceae) en Bolivia, parte I: Tres especies nuevas y un nuevo registro. *Brittonia* 66: 107–117.
- Mendoza F., J. M & T. B. Cavalcanti. 2015. Three new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Central Brazil. *Q’euña* 6: 7–22.
- Nakajima, J.N. & J. Semir. 2001. Asteraceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 24: 471–478.
- Nssar, N. M. A. 1978. Genetic resources of cassava: chromosome behavior in some *Manihot* species. *Indian Journal of Genetics* 38: 135–137.
- Nguyen, L., H. A. Schmidt, A von Haeseler & B. Q. Minh, 2014. IQ-TREE: A Fast and Effective Stochastic Algorithm for Estimating Maximum-Likelihood Phylogenies. *Mol. Biol. Evol.* 32(1): 268–274. <http://www.cibiv.at/software/iqtree>
- Olsen, K.M. 2004. SNPs, SSRs and inferences on cassava’s origin. *Plant Molecular Biolog.* 56: 517–526.
- Olsen, K.M. & Schaal, B.A. 1999. Evidence on the origin of cassava: phylogeography of *Manihot esculenta*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 96: 5586–5591.

- Pax, F. 1910. Euphorbiaceae-Adrianeae. In: A. Engler (ed.) Das Pflanzenreich, Regni Vegetabilis, Conspectus IV. 147 II. Heft 44: 21–99.
- Pennington, R.T., Lewis, G.P., Ratter, J.A., 2006. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of Neotropical savannas and seasonally dry forests. In: Pennington, R.T., Lewis, G.P., Ratter, J.A. (Eds.), Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography and Conservation. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, pp. 1–29.
- Pimentel, M.M., L. Heaman, R.A. Fuck & J.O. Marini. 1991. U-Pb Zircon geochronology of precambrian tin-bearing continental type acid magmatism in Central Brasil. Precambrian Res. 52: 321-335.
- Roa, A.C., Maya, M.M., Duque, M.C., Tohme, J., Allem, A.C. & Bonierbale, M.W. (1997) AFLP analysis of relationships among cassava and other *Manihot* species. Theoretical and Applied Genetics. 95: 741–750.
- Roa, A.C., P. Chavarriga-Aguirre, M. C. Duque, M. M. Maya, M. W. Bonierbale, C. Iglesias & J. Tohme. 2000. Cross-species amplification of cassava (*Manihot esculenta*: Euphorbiaceae) microsatellites: allelic polymorphism and degree of relationship. Am. J. Bot. 87: 1647–55.
- Rogers, D. J. & S. G. Appan. 1973. *Manihot* and *Manihotoides* (Euphorbiaceae). A computer-assisted study. . Flora Neotropica, monograph no. 13. Hafner Press, New York.
- Romero, R. & A.B. Martins. 2002. Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. Revista Brasil. Bot. 25: 19–24.
- Ronquist, F. & J. P. Huelsenbeck. 2003. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. Bioinformatics 19: 1572–1574.
- Schaal, B. A.; K. M. Olsen & L. J. C. B. Carvalho. 2006. Evolution, domestication, and agrobiodiversity in the tropical crop cassava. In T. J. Motley, N. Zerega, and H. Cross (Eds.), Darwin’s harvest: New approaches to the origins, evolution and conservation of crops, 269–284. Columbia University Press, New York, New York, USA.
- Schaal, B. A., P. D. Olson, T. P. Prinzie, L. J. C. B. Carvalho, J. Tonukari, D.A. Hayworth. 1994. Cassava Biotechnology Network Proceedings (Cent. Int. Agric. Trop., Cali, Colombia). pp. 62–70.
- Silva, K.V.P. 2011. Caracterização citogenética e molecular de espécies e variedades do gênero *Manihot*. [Dissertação mestrado]. Brasil: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- Silveira C., T., M. L. L. Martins, H. V. S. Rody & L. O. de Oliveira. Evolutionary history of *Manihot carthaagenesis* (Euphorbiaceae) and allied species in Eastern South America. Mol. Phylogenetics Evol. (artigo em revisão).
- Simon, M., R. Grether, L. P. de Queiroz, C. Skema, T. Pennington & C. E. Hughes. 2008. Origins and diversification of the Cerrado flora in Brazil: evidence from multiple time-calibrated

<http://2008.botanyconference.org/engine/search/index.php?func=detail&aid=813>

- Siqueira, M. V. B. M., R. J. Queiroz-Silva, E. A. Bressan, A. Borges, K. J. C. Pereira, J. G. Pinto & E. A. Veasey. 2009. Genetic characterization of cassava (*Manihot esculenta*) landraces in Brazil assessed with simple sequence repeats. *Genetics and Molecular Biology* 32: 104–110.
- Siqueira, M. V. B. M., T. T. Pinheiro, A. Borges, T. L. Valle, M. Zatarim & E. A. Veasey. 2010. Microsatellite Polymorphisms in Cassava Landraces from the Cerrado Biome, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Biochem. Genet.* 48:879–895.
- Strand, A.E.; J. Leebens-Mack & B. G. Milligan. 1997. Nuclear DNA-based markers for plant evolutionary biology. *Molecular Ecology* 6: 113–118.
- Taberlet, P.; L. Gielly; G. Pautou & J. Bouvet. 1991. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant Molecular Biology* 17: 1105–1109.
- Vaidya, G.; D. J. Lohman & R. Meier. 2011. SequenceMatrix: concatenation software for the fast assembly of multi-gene datasets with character set and codon information. *Cladistics* 27: 171–180.
- Vasconcelos, M. F. 2011. O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do Leste do Brasil? *Revista Brasileira de Botanica* 34: 241–246.
- Webster, G. L. 1975. Conspectus of a new classification of the Euphorbiaceae. *Taxon* 24: 593–601.
- Zanella, F. C. V. 2010. Evolução da Biota da Diagonal de formações abertas secas da América do Sul. In: *Biogeografia da América do Sul: padrões e processos*, 198–219. Claudio J. B. de Carvalho, Eduardo A. B. Almeida (Orgs.). São Paulo, Roca, Brasil.

4 Anexos

4.1. Anexos do capítulo I

Anexo 1. Táxons em *Manihot* examinados quanto à morfologia das inflorescências

Nº	Táxons	Espécimes
1.	<i>M. acuminatissima</i> Müll. Arg.	<i>M. Mendoza</i> 4841, 4262, 4395
2.	<i>M. allemii</i> M. J. Silva	A.C. Allem 4725, 4669
3.	<i>M. alutacea</i> D.J.Rogers & Appan	<i>M. Simon</i> 2668; <i>M. Mendoza</i> 4635, 5010
4.	<i>M. anisophylla</i> Müll.Arg.	<i>M. Mendoza</i> 5163, 2799
5.	<i>M. anomala</i> Pohl	<i>M. Mendoza</i> 4556, 4495, 4573; <i>M. Zeballos</i> 302, 317
6.	<i>M. anomala</i> (morfotipo 1)	<i>M. Mendoza</i> 4257, 4162, 4193
7.	<i>M. anomala</i> (morfotipo 2)	<i>F. Bucci</i> 1612
8.	<i>M. anomala</i> (morfotipo 3)	<i>J.R.I. Wood</i> 25478, <i>I.L Foronda</i> 1856
9.	<i>M. anomala</i> (morfotipo 4)	<i>G. Hatschbach</i> 63914
10.	<i>M. appanii</i> M.J. Silva	<i>M. Mendoza</i> 4588, 5122; <i>D. Alvarenga</i> 718
11.	<i>M. arenaria</i> M. Mend.	<i>J.R.I. Wood</i> 26507-a; <i>M. Mendoza</i> 4562
12.	<i>M. baccata</i> Allem	A.C. Allem 4478
13.	<i>M. aff. baccata</i>	<i>C. E. Ramos</i> 539
14.	<i>M. boliviana</i> Pax & K.Hoffm.	<i>M. Mendoza</i> 5146, 5155
15.	<i>M. brachyloba</i> Müll.Arg.	<i>M. Mendoza</i> 3115, 4993
16.	<i>M. aff. brachyloba</i>	<i>M. Silveira</i> 443
17.	<i>M. brachystachys</i> Pax & K.Hoffm.	<i>B. Gates</i> 91
18.	<i>M. brasiliiana</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	<i>M. Mendoza</i> 4150, 5090
19.	<i>M. aff. brasiliiana</i>	<i>M. Mendoza</i> 4148
20.	<i>M. caerulescens</i> Pohl	<i>M. Mendoza</i> 4068, 4213, 4651
21.	<i>M. aff. caerulescens</i> (morfotipo 1)	<i>D. Villaroel</i> 4395
22.	<i>M. aff. caerulescens</i> (morfotipo 2)	A.C. Sevilha 5279, 5536
23.	<i>M. cf. caerulescens</i>	<i>M. Mendoza</i> 4208, 4209
24.	<i>M. cecropiifolia</i> Pohl	<i>M. Mendoza</i> 4109, 4152, 4245
25.	<i>M. aff. cecropiifolia.</i>	<i>G. Pereira-Silva-Silva</i> 6064; <i>M.L. Fonseca</i> 3484
26.	<i>M. cezarii</i> M. Martins	A.C. Allem 4633
27.	<i>M. aff. cezarii</i> (morfotipo 1)	A.C. Allem 4282, 4296
28.	<i>M. aff. cezarii</i> (morfotipo 2)	<i>G. Hatschbach</i> 63588; <i>L.B. Bianchetti</i> 648;
29.	<i>M. cf. cezarii</i>	<i>C. Proença</i> 16-b
30.	<i>M. coimbrana</i> M. Mend.	A.C. Allem 4759; A.R. Miranda 965; <i>J.R.I. Wood</i> 27079
31.	<i>M. aff. coimbrana</i>	A.C. Allem 4126;4637
32.	<i>M. cf. coimbrana</i>	<i>J.R.I. Wood</i> 27104
33.	<i>M. condensata</i> D.J.Rogers & Appan	<i>M. Garvizu</i> 1077; <i>Mendoza</i> 2632
34.	<i>M. confertiflora</i> M.J. Silva	<i>M. Mendoza</i> 4344; 5130
35.	<i>M. aff. confertiflora</i> (morfotipo 1)	<i>M. Mendoza</i> 4358
36.	<i>M. aff. confertiflora</i> (morfotipo 2)	<i>M. Simon</i> 2685
37.	<i>M. congesta</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	<i>M. Mendoza</i> 4112; 4340
38.	<i>M. crotalariiformis</i> Pohl	<i>J.E.Q. Faria Jr.</i> 4352; <i>M. Mendoza</i> 4159; 4837

39.	<i>M. debilis</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	<i>M. Mendoza</i> 4404
40.	<i>M. decurrens</i> M. Mend. & M. Martins	<i>L. carvalho</i> 05; <i>T. B. Cavalcanti</i> 3416
41.	<i>M. diamantinensis</i> Allem	<i>A.C. Allem</i> 3745; 4504
42.	<i>M. dichotoma</i> Ule	<i>M. Mendoza</i> 3999
43.	<i>M. divergens</i> Pohl	<i>M. Mendoza</i> 4755, 4897, 4888
44.	<i>M. aff. divergens</i>	<i>A. Rodrigues</i> 188, 229; <i>B. Walter</i> 6039;
45.	<i>M. cf. divergens</i>	<i>M. Mendoza</i> 4367; 4891
46.	<i>M. aff. divergens</i> (morfotipo 1)	<i>M. Mendoza</i> 4238
47.	<i>M. ebracteata</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	<i>M. Mendoza</i> 4592, 4624
48.	<i>M. elegans</i> Müll. Arg.	<i>M. Mendoza</i> 4417
49.	<i>M. elongata</i> P. Carvalho & M. Martins	<i>A.C. Allem</i> 3727
50.	<i>M. epruinosa</i> Pax & K.Hoffm.	<i>A.C. Allem</i> 3739; <i>W. Werneck</i> 624
51.	<i>M. erecta</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	<i>M. Mendoza</i> 4160, 4806
52.	<i>M. aff. erecta</i>	<i>A.C. Allem</i> 4288, 4614
53.	<i>M. esculenta</i> Crantz	<i>M. Mendoza</i> 4204; <i>M. Simon</i> 1711
54.	<i>M. aff. esculenta</i>	<i>A.C. Allem</i> 4774; <i>M. Mendoza</i> 2571
55.	<i>M. esculenta</i> (morfotipo 1)	<i>M. Mendoza</i> 4202;4203
56.	<i>M. fabianae</i> M. Mend.	<i>M. Mendoza</i> 4546, 4552; <i>J.R.I. Wood</i> 26589
57.	<i>M. falcata</i> D.J. Rogers & Appan	<i>J.F.B. Pastore</i> 704; <i>M. Mendoza</i> 4898, 5173
58.	<i>M. flemingiana</i> D.J. Rogers & Appan	<i>A.C. Allem</i> 4202, 4210
59.	<i>M. fortalezensis</i> Nassar; D.G. Ribeiro, Bomfim & P.T.G. Gomes	<i>Coleção viva - UnB</i>
60.	<i>M. fruticulosa</i> D.J. Rogers & Appan	<i>A. Santos</i> 2176; <i>M. Mendoza</i> 4801
61.	<i>M. gabrielensis</i> Allem	<i>M. Mendoza</i> 4877, 4888
62.	<i>M. glauca</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	<i>J.E.Q. Faria Jr.</i> 3415; <i>M. Mendoza</i> 4166; <i>S.M. Verboone</i> 153
63.	<i>M. glaziovii</i> Müll. Arg	<i>Coleção viva - UnB</i>
64.	<i>M. gracilis</i> Pohl	<i>M. Mendoza</i> 4323, 4638
65.	<i>M. aff. gracilis</i>	<i>M. Mendoza</i> 4655, 4725
66.	<i>M. grahamii</i> Hook.	<i>Amaral-Santos</i> 2913, 2915
67.	<i>M. aff. grahamii</i>	<i>M. F. Barros</i> 78
68.	<i>M. guaranitica</i> Chodat & Hassl	<i>M. Mendoza</i> 4569, 4580
69.	<i>M. hilariana</i> Baill.	<i>M. Mendoza</i> 4452, 4481
70.	<i>M. hunzikeriana</i> Mart.Crov.	<i>M. Romero</i> 2321
71.	<i>M. incisa</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	<i>M. Mendoza</i> 5076, 5083
72.	<i>M. inflata</i> Müll. Arg.	<i>L.C. Giordano</i> 2000; <i>M. Mendoza</i> 4131, 5015
73.	<i>M. irwinii</i> D.J. Rogers & Appan	<i>M. Mendoza</i> 4905, 4944
74.	<i>M. aff. irwinii</i>	<i>M. Mendoza</i> 5190
75.	<i>M. jacobinensis</i> Müll. Arg.	<i>G. Pereira-Silva-Silva</i> 16825; <i>J. F. Pastore</i> 2191; <i>L.M.B</i> 29
76.	<i>M. janiphoides</i> Müll. Arg.	<i>A.C. Allem</i> 4561, 4569, 4572, 4582
77.	<i>M. kalungae</i> M.J. Silva & Sodré	<i>M. Mendoza</i> 4595, 4621
78.	<i>M. linearifolia</i> Müll. Arg.	<i>J.R.I. Wood</i> 26608; <i>M. Mendoza</i> 4550
79.	<i>M. longepetiolata</i> Glaz.	<i>A.C. Allem</i> 4341, 4344
80.	<i>M. longiracemosa</i> P. Carvalho & M. Martins	<i>M. Mendoza</i> 4302
81.	<i>M. lourdesii</i> M.J. Silva	<i>M. Mendoza</i> 5108
82.	<i>M. luxurians</i> M.J. Silva	<i>M. Mendoza</i> 4625
83.	<i>M. mattogossensis</i> Pax & K.Hoffm.	<i>A.C. Allem</i> 4727
84.	<i>M. cf. melanobasis</i> Pax & K.Hoffm.	<i>L.C. Lobah</i> 4294

85.	<i>M. minima</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	<i>M. Mendoza</i> 4405, 4849
86.	<i>M. mossamedensis</i> Taub.	<i>A.C. Allem</i> 3405; <i>I. Costa</i> 8
87.	<i>M. nana</i> Müll.Arg.	<i>M. Mendoza</i> 4961, 4972
88.	<i>M. neusana</i> Nassar	<i>Coleção viva - UnB</i>
89.	<i>M. nogeriae</i> Allem	<i>M. Mendoza</i> 4098, 4100
90.	<i>M. oligantha</i> Pax	<i>J.B. B</i> 1124; <i>M. Mendoza</i> 5298
91.	<i>M. aff. oligantha</i>	<i>G. Hatschbach</i> 67273, 69550
92.	<i>M. orbicularis</i> Pohl	<i>M. Mendoza</i> 4049, 4142
93.	<i>M. pachycaulis</i> M.J. Silva	<i>M. Mendoza</i> 4875
94.	<i>M. pandurata</i> M. Martins & M. Mend.	<i>M.L. Fonseca</i> 3088
95.	<i>M. paviifolia</i> Pohl	<i>A.C. Allem</i> 4627, 4358; <i>M. Mendoza</i> 4640
96.	<i>M. aff. paviifolia</i> (morfortipo 1)	<i>A.C. Allem</i> 3649, 4350
97.	<i>M. aff. paviifolia</i> (morfortipo 2)	<i>M. Simon</i> 2018; <i>R.C. Forzza</i> 2484
98.	<i>M. peltata</i> Pohl	<i>M. Mendoza</i> 4062, 4380
99.	<i>M. pentaphylla</i> Pohl	<i>M. Mendoza</i> 4911, 4924
100.	<i>M. aff. pentaphylla</i> (morfortipo 1)	<i>L. Coradin</i> 7086
101.	<i>M. aff. pentaphylla</i> (morfortipo 2)	<i>A. Pott</i> 9567, 17219
102.	<i>M. aff. pentaphylla</i> (morfortipo 3)	<i>M. Sobral</i> 10679
103.	<i>M. pilosa</i> Pohl	<i>A.C. Allem</i> 4547, <i>E.T. Nero</i> 2755, <i>M. Saavedra</i> 593
104.	<i>M. pinatiloba</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	<i>M. Mendoza</i> 4341
105.	<i>M. pohlii</i> Wawra	<i>C.F. de Paula</i> 572, <i>Coleção viva - UnB</i>
106.	<i>M. polyantha</i> Pax & K.Hoffm.	<i>M. Mendoza</i> 5180
107.	<i>M. cf. populifolia</i> Pax	<i>A. Pott</i> 10491
108.	<i>M. porphyrantha</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	<i>M. Mendoza</i> 4368; <i>M. Simon</i> 2019
109.	<i>M. procumbens</i> Müll. Arg.	<i>A.C. Allem</i> 4779
110.	<i>M. pruinosa</i> Pohl	<i>A.C. Allem</i> 3413, 4623; <i>W. Werneck</i> 804
111.	<i>M. purpurea</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	<i>M. Mendoza</i> 4382, 4618
112.	<i>M. purpureocostata</i> Pohl	<i>M. Mendoza</i> 4135, 4174, 4398
113.	<i>M. pusilla</i> Pohl	<i>M. Mendoza</i> 4803, 5084
114.	<i>M. quinqueloba</i> Pohl	<i>M. Mendoza</i> 4153, 5094
115.	<i>M. quinquepartita</i> Huber ex D.J.Rogers & Appan	<i>A.C. Sevilha</i> 5336, 5786; <i>G. Pereira-Silva-Silva</i> 8690
116.	<i>M. aff. quinquepartita</i> (morfortipo 1)	<i>A.C. Allem</i> 4221, 4225, 4437
117.	<i>M. aff. quinquepartita</i> (morfortipo 2)	<i>A.C. Allem</i> 3712, 3714; <i>G. Pereira-Silva</i> 12600
118.	<i>M. reniformis</i> Pohl	<i>W. Werneck</i> 816
119.	<i>M. reptans</i> Pax	<i>J. F. Pastore</i> 1243
120.	<i>M. robusta</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	<i>M. Mendoza</i> 4138
121.	<i>M. sagittata</i> M. Mend. & M. Martins	<i>M. Mendoza</i> 5101
122.	<i>M. sagittatopartita</i> Pohl	<i>A. Roddrigues</i> 222; <i>J.G. Vieira</i> 271
123.	<i>M. salicifolia</i> Pohl	<i>M. Mendoza</i> 4060, 4415, 4754
124.	<i>M. aff. salicifolia</i>	<i>M. Mendoza</i> 4123
125.	<i>M. aff. salicifolia</i> (morfortipo 1)	<i>J.E.Q. Faria Jr.</i> 2185
126.	<i>M. aff. salicifolia</i> (morfortipo 2)	<i>R. Chacon</i> 589
127.	<i>M. aff. salicifolia</i> (morfortipo 3)	<i>D. Alvarenga</i> 3272
128.	<i>M. saxatilis</i> M.J. Silva & Sodré	<i>M. Mendoza</i> 4348; <i>M. Simon</i> 1111
129.	<i>M. sparsifolia</i> Pohl	<i>M. Mendoza</i> 4154, 4169, 4276
130.	<i>M. aff. sparcifolia</i>	<i>A.C. Allem</i> 3044, 3051

131.	<i>M. stellata</i> M. Mend.	J.R.I. Wood 27052
132.	<i>M. aff. stellata</i>	G. Pereira-Silva-Silva 8307
133.	<i>M. stricta</i> Baill.	J.B.A. Bringel 868; J.E.Q. Faria Jr.4288
134.	<i>M. tenella</i> Müll. Arg.	M. Mendoza 4953, 4959
135.	<i>M. tenerrima</i> Pohl	A. Allem 4630, A. Pott 14623
136.	<i>M. tombadorensis</i> M. Mend. & T.B. Cavalc.	M. Mendoza 4594, 4610
137.	<i>M. tomentosa</i> Pohl	M. Mendoza 4444, 4500; R. Chacon 556
138.	<i>M. tripartita</i> Müll. Arg.	M. Mendoza 4501, 4577,4652
139.	<i>M. aff. tripartita</i> (morfotipo 1)	J. F. Pastore 2359
140.	<i>M. aff. tripartita</i> (morfotipo 2)	A.C. Sevilha 4783; M. Aparecida 3610
141.	<i>M. aff. tripartita</i> (morfotipo 3)	G. Webster 29739
142.	<i>M. aff. tripartita</i> (morfotipo 4)	A.C. Allem 227a, A. Pott 4205, M. Mendoza 4215
143.	<i>M. aff. tripartita</i> (morfotipo 5)	J.R.I. Wood 26807
144.	<i>M. aff. tripartita</i> (morfotipo 6)	M. Martins 49
145.	<i>M. aff. tripartita</i> (morfotipo 7)	C. Proença 33
146.	<i>M. aff. tripartita</i> (morfotipo 8)	R.F. Vieira 1120
147.	<i>M. triphylla</i> Pohl	M. Mendoza 4626, 5098; M. Simon 2025
148.	<i>M. aff. triphylla</i> (morfotipo 1)	A.C. Allem 4545, 4553
149.	<i>M. aff. triphylla</i> (morfotipo 2)	A.C. Allem 4542, 4546
150.	<i>M. aff. triphylla</i> (morfotipo 3)	M. Mendoza 4462, 4476; T. B. Cavalcanti 2528
151.	<i>M. cf. triphylla</i>	N. F. Silva 38
152.	<i>M. tristis</i> Müll. Arg.	A.C. Allem 3460
153.	<i>M. cf. variifolia</i> Pax & K.Hoffm.	G. Hatschbach 76600
154.	<i>M. veadeirensis</i> M.J. Silva	M. Mendoza 4140, 4175, 4228; M. Simon 1116
155.	<i>M. aff. veadeirensis</i>	M. Mendoza 4176
156.	<i>M. violácea</i> Pohl	J. B. Pastore 1517
157.	<i>M. aff. violacea</i> (morfotipo 2)	A.C. Allem 3682; G. Hatschbach 66111;
158.	<i>M. violacea</i> (morfotipo 1a)	M. Mendoza 4307
159.	<i>M. violacea</i> (morfotipo 1c)	M. Simon 1107
160.	<i>M. aff. violaceae</i> (morfotipo 1)	M. Mendoza 4115, 4765, 4890
161.	<i>M. weddelliana</i> Baill.	C.A. Conceição 2371
162.	<i>M. xavantinsensis</i> D.J.Rogers & Appan	M. Mendoza 4178; J. Wood 27014
163.	<i>Manihot</i> sp. nov. 1	A.C. Allem 4152, 4155; O. Colke 298
164.	<i>Manihot</i> sp. nov. 2	A.C. Allem 4666, 4690; G. Pereira-Silva 16022
165.	<i>Manihot</i> sp. nov. 3	M. Mendoza 4387, 4389
166.	<i>Manihot</i> sp. nov. 4	B. Walter 3613; J.E.Q. Faria Jr. 3408; M. Mendoza 4630
167.	<i>Manihot</i> sp. nov. 5	M. Mendoza 5096, 5097
168.	<i>Manihot</i> sp. nov. 6	M. Mendoza 4407, 4409
169.	<i>Manihot</i> sp. nov. 7	M. Mendoza 4870, 5142
170.	<i>Manihot</i> sp. nov. 8	G. Pereira-Silva 16661
171.	<i>Manihot</i> sp. nov. 9	R. Mello-silva 2339
172.	<i>Manihot</i> sp. nov. 10	J.E.Q. Faria Jr.
173.	<i>Manihot</i> sp. nov. 11	J.R.I. Wood 25457; M. Mendoza 4585
174.	<i>Manihot</i> sp. nov. 12	F. Hurbath 590
175.	<i>Manihot</i> sp. nov. 13	M. Mendoza 5191
176.	<i>Manihot</i> sp. nov. 14	G. Pereira-Silva-Silva 12292; M. Mendoza 5100
177.	<i>Manihot</i> sp. nov. 15	M. Mendoza 4629; T. B. Cavalcanti 3522

178.	<i>Manihot</i> sp. nov. 16	<i>A.C. Allem</i> 3694, 3690
179.	<i>Manihot</i> sp. nov. 17	<i>A.C. Allem</i> 4652, 4653
180.	<i>Manihot</i> sp. nov. 18	<i>M. Mendoza</i> 4394, 4632
181.	<i>Manihot</i> sp. nov. 19	<i>M. Mendoza</i> 4834, 4836
182.	<i>Manihot</i> sp. nov. 20	<i>M. Mendoza</i> 4591
183.	<i>Manihot</i> sp. nov. 21	<i>A. Pott</i> 15193
184.	<i>Manihot</i> sp. nov. 22	<i>F.G. Aquino</i> 70; <i>M. Simon</i> 1778
185.	<i>Manihot</i> sp. nov. 23	<i>M. Mendoza</i> 3452
186.	<i>Manihot</i> sp. nov. 24	<i>M. Mendoza</i> 4873, 5133
187.	<i>Manihot</i> sp. nov. 25	<i>M. Mendoza</i> 4730, 4733
188.	<i>Manihot</i> sp. nov. 26	<i>M. Mendoza</i> 3152

4.2. Anexos do capítulo III

Anexo 1: Vouchers das espécies incluídas no estudo de filogenia de *Manihot* Mill. (*) Indicação da acronímia do herbário no caso de amostras não obtidas de folhas frescas preservadas em sílica; (?) material ainda não sequenciado em determinado marcador Molecular; (SQ) material sequenciado com sucesso; (CT) amostras incluídas no arvore de concatenada

Item	Táxons (*)	Distribuição geográfica	Espécimes	Origem da amostra (*)	Número de acesso	ITS		GPD		MET		trnL		Número de acessos GenBank
						SQ	CT	SQ	CT	SQ	CT	SQ	CT	
1	<i>C_cnicodendron</i>	Bolívia/Brasil	<i>G. Pereira-Silva 12023</i>	CEN	GP 12023	No	0	Ok	1	?	0	?	0	
2	<i>J_gossypifolia</i>	Cultivado	<i>M. Mendoza 4301</i>	-	M 4301	Ok	1	No	0	No	0	Ok	1	
3	<i>J_mollisima</i>	Bolívia/Brasil/ Venezuela	<i>G. Pereira-Silva 8067</i>	CEN	GP 8067	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
4	<i>M_acuminatissima</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4841</i>	-	M 4841	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
5	<i>M_acuminatissima1a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4262</i>	-	M 4262	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
6	<i>M_acuminatissima1b</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4395</i>	-	M 4395	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
7	<i>M_acuminatissima_aff</i>	Brasil	<i>G. Pereira-Silva 4646</i>	CEN	GP 4646	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
8	<i>M_allemii</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 4725</i>	CEN	AA 4725	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
9	<i>M_allemii1a</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 4669</i>	CEN	AA 4669	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
10	<i>M_alterniflora</i>	Brasil	<i>M. Martins 1</i>	-	MM 1	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
11	<i>M_alutacea</i>	Brasil	<i>M. Simon 2668</i>	-	MS 2668	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
12	<i>M_alutacea1a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4635</i>	-	M 4635	Ok	0	Ok	0	No	0	No	0	
13	<i>M_alutacea1b</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 5010</i>	-	M 5010	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
14	<i>M_angustiloba</i>	México	<i>M. Chazero 4886</i>	XAL	MC 4886	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
15	<i>M_anisophylla</i>	Argentina/Bolívia/ Paraguai	<i>M. Mendoza 5163</i>	-	M 5163	Ok	1	Ok	1	No	0	Ok	1	
16	<i>M_anisophylla1a</i>	Argentina/Bolívia/ Paraguai	<i>M. Mendoza 2799</i>	-	M 2799	Ok	0	Ok	0	?	0	Ok	0	
17	<i>M_anisophylla1c</i>	Argentina/Bolívia/ Paraguai	<i>G. Navarro 1624</i>	MBM	GN 1624	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
18	<i>M_anomala</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4556</i>	-	M 4556	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
19	<i>M_anomala1a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4397</i>	-	M 4397	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	

20	<i>M_anomala</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4495	-	M 4495	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
21	<i>M_anomala</i> 1d	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4573	-	M 4573	Ok	0	Ok	0	Ok	0	No	0	
22	<i>M_anomala</i> _aff1	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4257	-	M 4257	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
23	<i>M_anomala</i> _aff1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4162	-	M 4162	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
24	<i>M_anomala</i> _aff1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4193	-	M 4193	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
25	<i>M_anomala</i> _aff2	Brasil	<i>F. Bucci</i> 1612	CEN	FB 1612	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
26	<i>M_anomala</i> _aff3	Bolívia	<i>J.R.I. Wood</i> 25478	-	W 25478	Ok	0	Ok	0	?	0	No	0	
27	<i>M_anomala</i> _aff3a	Bolívia	<i>I.L Foronda</i> 1856	USZ	IL 1856	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
28	<i>M_anomala</i> _aff4	Brasil	<i>G. Hatschbach</i> 63914	CEN	GH 63914	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
29	<i>M_anomala</i> _cf1	Bolívia	<i>M. Zeballos</i> 302	-	MZ 302	Ok	0	Ok	0	?	0	Ok	0	
30	<i>M_anomala</i> _cf1a	Bolívia	<i>M. Zeballos</i> 317	-	MZ 317	No	0	Ok	0	Ok	0	?	0	
31	<i>M_appanii</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5122	-	M 5122	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
32	<i>M_appanii</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4588	-	M 4588	Ok	1	Ok	1	No	0	Ok	1	
33	<i>M_appanii</i> 1c	Brasil	<i>D. Alvarenga</i> 718	CEN	DA 718	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
34	<i>M_appanii</i> 1d	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4361	-	M 4361	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
35	<i>M_appanii</i> 1e	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4239	-	M 4239	Ok	0	Ok	0	Ok	1	Ok	0	
36	<i>M_arenaria</i>	Bolívia	<i>J.R.I. Wood</i> 26507-a	-	W 26507	Ok	1	Ok	1	Ok	1	?	0	
37	<i>M_arenaria</i> 1b	Bolívia	<i>M. Mendoza</i> 4562	-	M 4562	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	1	
38	<i>M_attenuata</i> _aff1	Brasil	<i>J.E.Q. Faria Jr.</i> 705	UB	JQ 705	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
39	<i>M_australis</i> _aff	Brasil	<i>M. Silveira</i> 443	INPA	MSI 443	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
40	<i>M_baccata</i>	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4478	CEN	AA 4478	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
41	<i>M_baccata</i> _aff1	Brasil	<i>C. E. Ramos</i> 539	ALCB	CR 539	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
42	<i>M_bellidifolia</i>	Brasil	<i>M. L. B</i> 69	-	L 69	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
43	<i>M_boliviana</i>	Bolívia	<i>M. Mendoza</i> 5146	-	M 5146	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
44	<i>M_boliviana</i> 1b	Bolívia	<i>M. Mendoza</i> 5155	-	M 5155	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
45	<i>M_brachyloba</i>	Centro e Sul Amér.	<i>M. Mendoza</i> 4993	-	M 4993	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
46	<i>M_brachyloba</i> 1a	Centro e Sul Amér.	<i>M. Mendoza</i> 3115	-	M 3115	Ok	1	Ok	0	?	0	No	0	
47	<i>M_brachyloba</i> 1b	Centro e Sul Amér.	<i>M. Mendoza</i> 4995	-	M 4995	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	1	
48	<i>M_brachystachys</i>	Brasil	<i>B. Gates</i> 91	MBM	B 91	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
49	<i>M_brasiliana</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4150	-	M 4150	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	

50	<i>M_brasiliana</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5090	-	M 5090	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
51	<i>M_brasiliana_x_pusilla</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4148	-	M 4148	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
52	<i>M_caerulescens</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4651	-	M 4651	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
53	<i>M_caerulescens</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4068	-	M 4068	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
54	<i>M_caerulescens</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4213	-	M 4213	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
55	<i>M_caerulescens</i> _aff1	Bolívia	<i>D. Villaroel</i> 4395	-	DV 4395	Ok	0	No	0	Ok	0	No	0	
56	<i>M_caerulescens</i> _aff2	Brasil	<i>C.S. Anderson</i> 5536	-	CS 5536	Ok	0	Ok	0	?	0	Ok	0	
57	<i>M_caerulescens</i> _aff2a	Brasil	<i>C.S. Anderson</i> 5279	-	CS 5279	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
58	<i>M_caerulescens</i> _cf1	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4208	-	M 4208	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
59	<i>M_caerulescens</i> _cf1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4209	-	M 4209	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
60	<i>M_capsularis</i>	Brasil	<i>M. Martins</i> 3	-	MM 3	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
61	<i>M_caudata</i>	México	<i>M. Chazaro</i> 7324	XAL	MC 7324	Ok	1	No	1	?	0	?	0	
62	<i>M_cepripifolia</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4245	-	M 4245	Ok	1	Ok	1	Ok	1	No	0	
63	<i>M_cepripifolia</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4109	-	M 4109	Ok	0	Ok	0	Ok	0	?	0	
64	<i>M_cepripifolia</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4152	-	M 4152	Ok	0	Ok	0	No	0	No	0	
65	<i>M_cepripifolia</i> _aff	Brasil	<i>G. Pereira-Silva</i> 6064	CEN	GP 6064	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
66	<i>M_cepripifolia</i> _aff1b	Brasil	<i>M.L. Fonseca</i> 3484	CEN	MF 3484	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
67	<i>M_cezarii</i>	Brasil	<i>A. Allem</i> 4633	-	AA 4633	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
68	<i>M_cezarii</i> 1a	Brasil	<i>M. Martins</i> 4	-	MM 4	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
69	<i>M_cezarii</i> _aff1	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4296	CEN	AA 4296	No	0	Ok	0	No	0	?	0	
70	<i>M_cezarii</i> _aff1a	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4282	CEN	AA 4282	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
71	<i>M_cezarii</i> _aff2	Brasil	<i>L.B. Bianchetti</i> 648	CEN	LB 648	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
72	<i>M_cezarii</i> _aff2a	Brasil	<i>G. Hatschbach</i> 63588	CEN	GH 63588	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
73	<i>M_cezarii</i> _cf	Brasil	<i>C. Proença</i> 16-b	UnB	C 16-b	Ok	0	Ok	0	Ok	0	?	0	
74	<i>M_chlorosticta</i>	México	<i>E. Cascanza</i> 6879	XAL	EC 6879	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
75	<i>M_chlorosticta</i> 1	México	<i>G. Castillo-s</i> 8896	XAL	GC 8896	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
76	<i>M_coimbrana</i>	Bolívia/Brasil	<i>J.R.I. Wood</i> 27079	-	W 27079	Ok	1	Ok	1	Ok	1	No	0	
77	<i>M_coimbrana</i> 1b	Bolívia/Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4759	CEN	AA 4759	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
78	<i>M_coimbrana</i> 1c	Bolívia/Brasil	<i>A.R. Miranda</i> 965	CEN	AM 965	No	0	Ok	0	No	0	?	0	
79	<i>M_coimbrana</i> _aff	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4637	CEN	M 4637	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	

80	<i>M_coimbrana_cf1</i>	Bolívia/Brasil	<i>A.C. Allem 4005</i>	CEN	AA 4005	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
81	<i>M_coimbrana_cf1b</i>	Bolívia/Brasil	<i>A.C. Allem 4126</i>	CEN	AA 4126	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
82	<i>M_coimbrana_cf1c</i>	Bolívia/Brasil	<i>J.R.I. Wood 27104</i>	-	W 27104	Ok	0	No	0	No	0	?	0	
83	<i>M_colimensis</i>	México	<i>G. Castillo 6867</i>	XAL	GC 6867	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
84	<i>M_condensata</i>	Bolívia	<i>M. Mendoza 2632</i>	-	M 2632	Ok	1	Ok	1	?	0	No	0	
85	<i>M_condensata1a</i>	Bolívia	<i>M. Garvizu 1077</i>	-	MG 1077	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	1	
86	<i>M_condensata1b</i>	Bolívia	<i>M. Mendoza 2630</i>	-	M 2630	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
87	<i>M_confertiflora</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4291</i>	-	M 4291	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
88	<i>M_confertiflora1b</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4344</i>	-	M 4344	Ok	0	Ok	0	Ok	1	Ok	1	
89	<i>M_confertiflora1c</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 5130</i>	-	M 5130	Ok	0	Ok	0	?	0	Ok	0	
90	<i>M_confertiflora_aff1</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4358</i>	-	M 4358	Ok	0	Ok	0	No	0	No	0	
91	<i>M_confertiflora_aff2</i>	Brasil	<i>M. Simon 2685</i>	-	MS 2685	Ok	0	Ok	0	Ok	0	No	0	
92	<i>M_congesta</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4112</i>	-	M 4112	Ok	1	Ok	1	Ok	1	No	0	
93	<i>M_congesta1b</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4340</i>	-	M 4340	Ok	0	Ok	0	0	0	Ok	1	
94	<i>M_crotalariiformis</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4159</i>	-	M 4159	Ok	1	Ok	1	?	0	No	0	
95	<i>M_crotalariiformis1b</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4837</i>	-	M 4837	Ok	0	Ok	0	?	0	No	0	
96	<i>M_crotalariiformis1c</i>	Brasil	<i>J.E.Q. Faria Jr. 4352</i>	-	JQ 4352	Ok	0	No	0	Ok	1	Ok	1	
97	<i>M_debilis</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4404</i>	-	M 4404	Ok	1	Ok	1	No	0	No	0	
98	<i>M_debilis1a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4396</i>	-	M 4396	Ok	0	Ok	0	Ok	1	No	0	
99	<i>M_decurrens</i>	Brasil	<i>L. Carvalho 05</i>	CEN	LC 05	Ok	1	Ok	0	No	0	?	0	
100	<i>M_decurrens1b</i>	Brasil	<i>T. B. Cavalcanti 3416</i>	CEN	TC 3416	Ok	0	Ok	1	?	0	?	0	
101	<i>M_diamantinensis</i>	Brasil	<i>M. Martins 2039</i>	-	MM 2039	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
102	<i>M_diamantinensis1a</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 3745</i>	CEN	AA 3745	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
103	<i>M_diamantinensis1b</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 4504</i>	CEN	AA 4504	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
104	<i>M_dichotoma</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 3999</i>	-	M 3999	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
105	<i>M_divergens</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4897</i>	-	M 4897	Ok	1	Ok	1	Ok	1	No	0	
106	<i>M_divergens1a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4755</i>	-	M 4755	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
107	<i>M_divergens1b</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4888</i>	-	M 4888	Ok	0	Ok	0	Ok	0	?	0	
108	<i>M_divergens_aff</i>	Brasil	<i>B. Walter 6039</i>	CEN	BW 6039	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
109	<i>M_divergens_aff1a</i>	Brasil	<i>A. Rodrigues 188</i>	CEN	AR 188	No	0	Ok	0	?	0	?	0	

110	<i>M_divergens_aff1b</i>	Brasil	<i>A. Rodrigues 229</i>	CEN	AR 229	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
111	<i>M_divergens_arcuata</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4367</i>	-	M 4367	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
112	<i>M_divergens_arcuata1a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4235</i>	-	M 4235	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
113	<i>M_divergens_arcuata1c</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4891</i>	-	M 4891	Ok	0	No	0	Ok	1	?	0	
114	<i>M_divergens_x_appani</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4238</i>	-	M 4238	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
115	<i>M_ebracteata</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4624</i>	-	M 4624	Ok	1	Ok	1	Ok	1	No	0	
116	<i>M_ebracteata1a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4592</i>	-	M 4592	Ok	0	Ok	0	Ok	0	No	0	
117	<i>M_elegans</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4417</i>	-	M 4417	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
118	<i>M_elongata</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 3727</i>	CEN	AA 3727	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
119	<i>M_epruinosa</i>	Brasil	<i>W. Werneck 624</i>	CEN	WW 624	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
120	<i>M_epruinosa1a</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 3739</i>	CEN	AA 3739	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
121	<i>M_epruinosa1b</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 3743</i>	CEN	AA 3743	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
122	<i>M_erecta</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 5123</i>	-	M 5123	Ok	1	Ok	1	?	0	Ok	1	
123	<i>M_erecta1a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4160</i>	-	M 4160	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
124	<i>M_erecta1b</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4806</i>	-	M 4806	Ok	0	Ok	0	Ok	1	Ok	0	
125	<i>M_erecta_aff</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 4288</i>	CEN	AA 4288	Ok	0	Ok	0	?	0	Ok	0	
126	<i>M_erecta_aff1b</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 4614</i>	CEN	AA 4614	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
127	<i>M_esculenta</i>	Cultivado	<i>M. Mendoza 4204</i>	-	M 4204	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
128	<i>M_esculenta1a</i>	Cultivado	<i>M. Simon 1711</i>	CEN	MS 1711	Ok	1	No	0	Ok	1	?	0	
129	<i>M_esculenta_aff</i>	Bolívia/Bra.	<i>M. Mendoza 2571</i>	-	M 2571	Ok	0	Ok	0	?	0	Ok	0	
130	<i>M_esculenta_aff1b</i>	Bolívia/Bra.	<i>A.C. Allem 4774</i>	CEN	AA 4774	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
131	<i>M_esculenta_escapee1</i>	Brasil (subespontânea)	<i>M. Mendoza 4202</i>	-	M 4202	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
132	<i>M_esculenta_escapee2</i>	Brasil (subespontânea)	<i>M. Mendoza 4203</i>	-	M 4203	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
133	<i>M_fabianae</i>	Bolívia/Bra.	<i>M. Mendoza 4546</i>	-	M 4546	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
134	<i>M_fabianae1b</i>	Bolívia/Bra.	<i>M. Mendoza 4552</i>	-	M 4552	Ok	0	Ok	0	Ok	1	Ok	1	
135	<i>M_fabianae1c</i>	Bolívia/Bra.	<i>J.R.I. Wood 26589</i>	-	W 26589	Ok	0	Ok	0	No	0	No	0	
136	<i>M_falcata</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 5173</i>	-	M 5173	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
137	<i>M_falcata1a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4898</i>	-	M 4898	Ok	0	Ok	0	Ok	0	No	0	

138	<i>M_falcata</i> 1c	Brasil	<i>J.F.B. Pastore 704</i>	CEN	JB 704	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
139	<i>M_flemingiana</i>	Brasil	<i>A. Allem 4202</i>	CEN	AA 4202	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
140	<i>M_flemingiana</i> 1b	Brasil	<i>A. Allem 4210</i>	CEN	AA 4210	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
141	<i>M_fortalezensis</i>	Brasil		-	forta	Ok	1	No	0	Ok	1	?	0	
142	<i>M_fruticulososa</i>	Brasil	<i>A. Santos 2176</i>	CEN	AS 2176	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
143	<i>M_fruticulososa</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza 4801</i>	-	M 4801	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	1	
144	<i>M_fruticulososa</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza 4975</i>	-	M 4975	Ok	0	Ok	0	Ok	1	No	0	
145	<i>M_gabrielensis</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 5022</i>	-	M 5022	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
146	<i>M_gabrielensis</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza 4118</i>	-	M 4118	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
147	<i>M_gabrielensis</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza 4771</i>	-	M 4771	Ok	0	Ok	0	Ok	1	Ok	1	
148	<i>M_glauca</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4166</i>	-	<i>M 4166</i>	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
149	<i>M_glauca</i> 1b	Brasil	<i>J.E.Q. Faria Jr. 3415</i>	-	<i>JQ 3415</i>	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
150	<i>M_glauca</i> 1c	Brasil	<i>S.M. Verboone 153</i>	-	SV 153	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
151	<i>M_glauca</i> 1d	Brasil	<i>A.C. Allem 2663</i>	CEN	AA 2663	Ok	0	No	0	No	0	?	0	
152	<i>M_glaziovii</i>	Brasil	<i>Planta viva</i>	-	glazi	Ok	1	Ok	1	Ok	1	?	0	
153	<i>M_glaziovii_vella</i>	Brasil	<i>G. Pereira-Silva 8059</i>	CEN	GP 8059	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
154	<i>M_glaziovii_vel1b</i>	Brasil	<i>G. Pereira-Silva 8297</i>	CEN	GP 8297	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
155	<i>M_gracilis</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4793</i>	-	M 4793	Ok	1	Ok	1	Ok	1	?	0	
156	<i>M_gracilis</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza 4323</i>	-	M 4323	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
157	<i>M_gracilis</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza 4638</i>	-	M 4638	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	1	
158	<i>M_gracilis_aff</i>	Brasil/Paraguai (?)	<i>M. Mendoza 4657</i>	-	M 4657	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
159	<i>M_gracilis_aff</i> 1a	Brasil/Paraguai (?)	<i>M. Mendoza 4655</i>	-	M 4655	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
160	<i>M_gracilis_aff</i> 1c	Brasil/Paraguai (?)	<i>M. Mendoza 4725</i>	-	M 4725	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
161	<i>M_grahamii</i>	Argentina/Bolívia/ Brasil/Paraguai	<i>A. Santos 2915</i>	CEN	AS 2915	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
162	<i>M_grahamii</i> 1a	Argentina/Bolívia/ Brasil/Paraguai	<i>A. Santos 2913</i>	CEN	AS 2913	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
163	<i>M_grahamii_aff</i>	Brasil	<i>M. f. Barros 78</i>	CEN	MB 78	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
164	<i>M_guaranitica</i>	Argentina/Bolívia/ Brasil/Paraguai	<i>M. Mendoza 4569</i>	-	M 4569	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	

165	<i>M_guaranitica</i> 1b	Argentina/Bolivia/ Brasil/Paraguai	<i>M. Mendoza</i> 4580	-	M 4580	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
166	<i>M_guaranitica</i> 1c	Argentina/Bolivia/ Brasil/Paraguai	<i>M. Mendoza</i> 4582	-	M 4582	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
167	<i>M_guaranitica</i> _aff	Brasil	<i>A. Santos</i> 2206	MBM	AS 2206	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
168	<i>M_hassleriana</i>	Brasil/Paraguai	<i>J. Valls</i> 14228	-	JV 14228	Ok	1	Ok	1	Ok	1	?	0	
169	<i>M_hilariana</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4456	-	M 4456	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
170	<i>M_hilariana</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4452	-	M 4452	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
171	<i>M_hilariana</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4481	-	M 4481	Ok	0	Ok	0	Ok	0	No	0	
172	<i>M_hunzikeriana</i>	Argentina/Brasil	<i>M. Romero</i> 2321	MBM	MR 2321	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
173	<i>M_incisa</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5083	-	M 5083	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
174	<i>M_incisa</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5076	-	M 5076	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
175	<i>M_incisa</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5023	-	M 5023	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
176	<i>M_inflata</i>	Brasil	<i>L.C. Giordano</i> 2000	MBM	LG 2000	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
177	<i>M_inflexa</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5015	-	M 5015	Ok	0	Ok	0	Ok	1	Ok	1	
178	<i>M_inflexa</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4131	-	M 4131	Ok	1	Ok	1	Ok	0	No	0	
179	<i>M_intermedia</i>	México	<i>J. Guerrero</i> 1209	XAL	JG 1209	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
180	<i>M_intermedia</i> 1b	México	<i>M. Chazaro</i> 6298	XAL	MC 6298	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
181	<i>M_irwini</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4944	-	M 4944	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
182	<i>M_irwini</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4905	-	M 4905	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
183	<i>M_irwini</i> _aff	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5190	-	M 5190	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
184	<i>M_jacobinensis</i>	Brasil	<i>G. Pereira-Silva</i> 16825	-	G 16825	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
185	<i>M_jacobinensis</i> 1a	Brasil	<i>J. F. Pastore</i> 2191	-	JP 2191	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
186	<i>M_jacobinensis</i> 1b	Brasil	<i>I.R.S. Costa</i> 75	CEN	IC 75	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
187	<i>M_jacobinensis</i> 1c	Brasil	<i>L.M.B</i> 29	CEN	L 29	No	0	Ok	0	Ok	1	?	0	
188	<i>M_janiphoides</i>	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4569	CEN	AA 4569	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
189	<i>M_janiphoides</i> 1a	Brasil	<i>M. Martins</i> 8	-	MM 8	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
190	<i>M_janiphoides</i> 1b	Brasil	<i>A. Allem</i> 4561	UB	AA 4561	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
191	<i>M_janiphoides</i> _aff1	Brasil	<i>J.A. Lombardi</i> 1433	CEN	JL 1433	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
192	<i>M_januarensis</i>	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4582	CEN	AA 4582	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	

193	<i>M_januarensis</i> 1a	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4572	CEN	AA 4572	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
194	<i>M_kalungae</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4621	-	M 4621	Ok	1	Ok	1	Ok	0	No	0	
195	<i>M_kalungae</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4061	-	M 4061	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
196	<i>M_kalungae</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4595	-	M 4595	Ok	0	Ok	0	Ok	1	Ok	1	
197	<i>M_linearifolia</i> 1a	Bolívia	<i>M. Mendoza</i> 4550	-	M 4550	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
198	<i>M_linearifolia</i> 1b	Bolívia	<i>J.R.I. Wood</i> 26608	-	W 26608	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
199	<i>M_longepetiolata</i>	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4344	CEN	AA 4344	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
200	<i>M_longepetiolata</i> 1a	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4341	CEN	AA 4341	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
201	<i>M_longepetiolata</i> 1b	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4343	CEN	AA 4343	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
202	<i>M_longiracemosa</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4302	-	M 4302	Ok	1	Ok	1	Ok	1	?	0	
203	<i>M_lourdesii</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5108	-	M 5108	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
204	<i>M_luxurians</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4173	-	M 4173	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
205	<i>M_luxurians</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4260	-	M 4260	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
206	<i>M_luxurians</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4625	-	M 4625	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
207	<i>M_macrocarpa</i>	Brasil	<i>M. Martins</i> 9	-	MM 9	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
208	<i>M_mattogossensis</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4214	-	M 4214	Ok	1	Ok	1	No	0	Ok	1	
209	<i>M_mattogossensis</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4216	-	M 4216	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
210	<i>M_mattogossensis</i> 1c	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4727	CEN	AA 4727	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
211	<i>M_melanobasis</i> _cf	Brasil	<i>L.C. Lobah</i> 4294	MG.	LL 4294	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
212	<i>M_minima</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4405	-	M 4405	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
213	<i>M_minima</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4849	-	M 4849	Ok	0	Ok	0	Ok	0	No	0	
214	<i>M_monosperma</i>	Brasil	<i>M. Martins</i> 10	-	MM 10	Ok	0	No	0	Ok	0	?	0	
215	<i>M_mossamedensis</i>	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4360	CEN	AA 4360	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
216	<i>M_mossamedensis</i> 1b	Brasil	<i>W. Werneck</i> 533	CEN	WW 533	No	0	No	0	?	0	?	0	
217	<i>M_mossamedensis</i> 1c	Brasil	<i>W. Werneck</i> 748	CEN	WW 748	No	0	No	0	?	0	?	0	
218	<i>M_mossamedensis</i> _cf1	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4281	-	M 4281	Ok	0	Ok	0	Ok	0	No	0	
219	<i>M_mossamedensis</i> _cf1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4277	-	M 4277	Ok	0	Ok	0	?	0	Ok	0	
220	<i>M_nana</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4979	-	M 4979	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
221	<i>M_nana</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4099	-	M 4099	Ok	0	Ok	0	?	0	No	0	
222	<i>M_nana</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4961	-	M 4961	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	

223	<i>M_neusana</i>	Brasil	-	-	neus	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
224	<i>M_nogeriae</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4098</i>	-	M 4098	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
225	<i>M_nogeriae1b</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4100</i>	-	M 4100	Ok	0	Ok	0	Ok	1	Ok	1	
226	<i>M_oligantha</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4372</i>	-	M 4372	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
227	<i>M_oligantha1a</i>	Brasil	<i>J.B. B 1124</i>	-	JB 1124	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
228	<i>M_oligantha_aff1a</i>	Brasil	<i>G.G. Hatschbach 67273</i>	MBM	GH 67273	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
229	<i>M_oligantha_aff1b</i>	Brasil	<i>G. Hatschbach 69550</i>	CEN	GH 69550	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
230	<i>M_orbicularis</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4049</i>	-	M 4049	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
231	<i>M_orbicularis1a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4142</i>	-	M 4142	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
232	<i>M_oxacana</i>	México	<i>A. de Avila 87</i>	XAL	AV 87	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
233	<i>M_oxacana1a</i>	México	<i>A. Saynes 4455</i>	XAL	AS 4455	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
234	<i>M_pachycaulis</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4875</i>	-	M 4875	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
235	<i>M_pandurata</i>	Brasil	<i>M.L. Fonseca 3088</i>	CEN	MF 3088	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
236	<i>M_paviifolia</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 4627</i>	CEN	AA 4627	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
237	<i>M_paviifolia1a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4640</i>	-	M 4640	Ok	0	Ok	0	Ok	1	Ok	1	
238	<i>M_paviifolia1b</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 4358</i>	CEN	AA 4358	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
239	<i>M_paviifolia_aff1</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 3649</i>	CEN	AA 3649	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
240	<i>M_paviifolia_aff1b</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 4350</i>	CEN	AA 4350	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
241	<i>M_paviifolia_aff2</i>	Brasil	<i>M. Simon 2018</i>	-	MS 2018	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
242	<i>M_paviifolia_aff2a</i>	Brasil	<i>R.C. Forzza 2484</i>	CEN	RF 2484	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
243	<i>M_peltata</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4380</i>	-	M 4380	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
244	<i>M_peltata1a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4062</i>	-	M 4062	Ok	0	Ok	0	Ok	1	No	0	
245	<i>M_pentaphylla</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4924</i>	-	M 4924	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
246	<i>M_pentaphylla1a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4747</i>	-	M 4747	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
247	<i>M_pentaphylla1b</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4911</i>	-	M 4911	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
248	<i>M_pentaphylla_aff1</i>	Brasil	<i>L. Coradin 7086</i>	MBM	L 7086	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
249	<i>M_pentaphylla_aff2</i>	Brasil	<i>A. Pott 17219</i>	CEN	AP 17219	Ok	0	Ok	0	Ok	0	?	0	
250	<i>M_pentaphylla_aff2a</i>	Brasil	<i>A. Pott 9567</i>	CEN	AP 9567	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
251	<i>M_pentaphylla_aff3</i>	Brasil	<i>M. Sobral 10679</i>	CEN	S 10679	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
252	<i>M_pilosa</i>	Brasil	<i>M. Saavedra 593</i>	CEN	MAS 593	Ok	1	Ok	1	Ok	1	?	0	

253	<i>M_pilosa</i> 1b	Brasil	<i>E.T. Nero 2755</i>	CEN	ET 2755	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
254	<i>M_pilosa</i> 1c	Brasil	<i>A.C. Allem 4547</i>	CEN	AA 4547	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
255	<i>M_pinatiloba</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4121</i>	-	<i>M 4121</i>	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
256	<i>M_pinatiloba</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza 4341</i>	-	M 4341	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
257	<i>M_pinatiloba</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza 4114</i>	-	M 4114	Ok	0	Ok	0	Ok	0	?	0	
258	<i>M_pinatiloba_x_congesta</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4113</i>	-	M 4113	Ok	0	Ok	0	?	0	Ok	0	
259	<i>M_pohlii</i>	Brasil		-	pohli	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
260	<i>M_pohlii</i> 1a	Brasil	<i>C.F. de Paula 572</i>	CEN	CD 572	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
261	<i>M_polyantha</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 5080</i>	-	M 5180	Ok	1	Ok	1	Ok	1	No	0	
262	<i>M_polyantha</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza 5081</i>	-	M 5081	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	1	
263	<i>M_populifolia_cf</i>	Brasil	<i>A. Pott 10491</i>	CEN	AP 10491	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
264	<i>M_porphyrantha</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 5075</i>	-	M 5075	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
265	<i>M_porphyrantha</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza 4368</i>	-	M 4368	Ok	0	Ok	0	No	0	No	0	
266	<i>M_porphyrantha</i> 1c	Brasil	<i>M. Simon 2019</i>	-	MS 2019	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
267	<i>M_porphyrantha_cf</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 5266</i>	-	M 5266	Ok	0	Ok	0	Ok	0	?	0	
268	<i>M_procumbens</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 4779</i>	CEN	AA 4779	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
269	<i>M_pruinosa</i>	Brasil	<i>A.C. Allem 4623</i>	CEN	AA 4623	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
270	<i>M_pruinosa</i> 1a	Brasil	<i>A.C. Allem 3413</i>	CEN	AA 3413	No	0	No	0	?	0	?	0	
271	<i>M_pruinosa</i> 1c	Brasil	<i>W. Werneck 804</i>	CEN	WW 804	No	0	No	0	?	0	?	0	
272	<i>M_purpurea</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4382</i>	-	M 4382	Ok	1	Ok	1	Ok	1	No	0	
273	<i>M_purpurea</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza 4284</i>	-	<i>M 4284</i>	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	1	
274	<i>M_purpurea</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza 4618</i>	-	M 4618	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
275	<i>M_purpureocostata</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza 4398</i>	-	M 4398	Ok	1	Ok	1	No	0	Ok	1	
276	<i>M_purpureocostata</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza 4174</i>	-	M 4174	Ok	1	Ok	1	No	0	Ok	1	
277	<i>M_purpureocostata</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza 4122</i>	-	M 4122	Ok	0	No	0	No	0	Ok	0	
278	<i>M_purpureocostata</i> 1d	Brasil	<i>M. Mendoza 4135</i>	-	<i>M 4135</i>	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
279	<i>M_pusilla</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4803</i>	-	M 4803	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	0	
280	<i>M_pusilla</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza 4797</i>	-	M 4797	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	1	
281	<i>M_pusilla</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza 5084</i>	-	M 5084	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
282	<i>M_quinqueloba</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4153</i>	-	M 4153	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	

283	<i>M_quinqueloba</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4157	-	M 4157	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
284	<i>M_quinqueloba</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5094	-	M 5094	Ok	0	Ok	0	Ok	0	No	0	
285	<i>M_quinqueloba</i> 1d	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5095	-	M 5095	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
286	<i>M_quinqueloba</i> _aff1	Brasil	<i>D. Alvarenga</i> 1166	CEN	DA 1166	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
287	<i>M_quinqueloba</i> _aff1a	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4179	CEN	AA 4179	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
288	<i>M_quinquepartita</i>	Brasil	<i>C.S. Anderson</i> 5336	-	CS 5336	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
289	<i>M_quinquepartita</i> 1b	Brasil	<i>C.S. Anderson</i> 5786	-	CS 5786	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
290	<i>M_quinquepartita</i> 1c	Brasil	<i>G. Pereira</i> 8690	CEN	GP 8690	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
291	<i>M_quinquepartita</i> _aff1	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4437	CEN	AA 4437	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
292	<i>M_quinquepartita</i> _aff1a	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4221	CEN	AA 4221	No	0	No	0	?	0	?	0	
293	<i>M_quinquepartita</i> _aff1b	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4225	CEN	AA 4225	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
294	<i>M_quinquepartita</i> _aff2	Brasil	<i>G. Pereira</i> 12600	CEN	GP 12600	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
295	<i>M_quinquepartita</i> _aff2b	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 3712	CEN	AA 3712	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
296	<i>M_quinquepartita</i> _aff2c	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 3714	CEN	AA 3714	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
297	<i>M_reflexifolia</i>	Brasil	<i>L.M.B</i> 55	CEN	L 55	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
298	<i>M_reflexifolia</i> 1a	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 1786	CEN	AA 1786	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
299	<i>M_reflexifolia</i> 1b	Brasil	<i>I.R.S. Costa</i> 74	CEN	IC 74	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
300	<i>M_reniformis</i>	Brasil	<i>W. Werneck</i> 815	CEN	WW 815	No	0	No	0	?	0	?	0	
301	<i>M_reptans</i>	Brasil	<i>J. F. Pastore</i> 1243	CEN	JP 1243	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
302	<i>M_reptans</i> _vel1	Brasil	<i>L.Carvalho</i> 20	CEN	LC 20	No	0	No	0	?	0	?	0	
303	<i>M_rhomboidea</i>	México	<i>A. Garcia</i> 1792	XAL	AG 1792	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
304	<i>M_robusta</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4138	-	<i>M</i> 4138	Ok	1	Ok	1	No	0	Ok	1	
305	<i>M_robusta</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4136	-	<i>M</i> 4136	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
306	<i>M_robusta</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5249	-	M 5249	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
307	<i>M_sagittata</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5101	-	M 5101	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
308	<i>M_sagittata</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4840	-	M 4840	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
309	<i>M_sagittata</i> 1c	Brasil	<i>J.E.Q. Faria Jr.</i> 4304	-	JQ 4304	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
310	<i>M_sagittatopartita</i>	Brasil	<i>A. Roddrigues</i> 222	CEN	AR 222	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
311	<i>M_sagittatopartita</i> 1a	Brasil	<i>J.G. Vieira</i> 271	CEN	JV- 271	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
312	<i>M_salicifolia</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4415	-	M 4415	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	0	

313	<i>M_salicifolia</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4060	-	<i>M</i> 4060	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	1	
314	<i>M_salicifolia</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4754	-	<i>M</i> 4754	Ok	0	Ok	0	Ok	0	No	0	
315	<i>M_salicifolia</i> _aff1	Brasil	<i>J.E.Q. Faria Jr.</i> 2185	UB	<i>JQ</i> 2185	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
316	<i>M_salicifolia</i> _aff2	Brasil	<i>R. Chacon</i> 589	UB	<i>RC</i> 589	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
317	<i>M_salicifolia</i> _aff3	Brasil	<i>D. Alvarenga</i> 3272	CEN	<i>DA</i> 3272	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
318	<i>M_salicifolia</i> _x_apanii	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4123	-	<i>M</i> 4123	Ok	0	Ok	0	Ok	0	?	0	
319	<i>M_saxatilis</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4348	-	<i>M</i> 4348	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
320	<i>M_saxatilis</i> 1a	Brasil	<i>M. Simon</i> 1111	CEN	<i>MS</i> 1111	Ok	1	Ok	1	Ok	1	?	0	
321	<i>M_saxatilis</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4350	-	<i>M</i> 4350	Ok	0	Ok	0	?	0	Ok	1	
322	<i>M_sparcifolia</i> _aff	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 3051	CEN	<i>AA</i> 3051	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
323	<i>M_sparcifolia</i> _vella	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 3044	CEN	<i>AA</i> 3044	No	0	No	0	?	0	?	0	
324	<i>M_sparsifolia</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4154	-	<i>M</i> 4154	Ok	1	Ok	1	?	0	Ok	1	
325	<i>M_sparsifolia</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4169	-	<i>M</i> 4169	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
326	<i>M_sparsifolia</i> 1d	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4276	-	<i>M</i> 4276	Ok	0	Ok	0	Ok	1	No	0	
327	<i>M_stellata</i>	Bolívia	<i>J.R.I. Wood</i> 27052	USZ	<i>W</i> 27052	Ok	1	Ok	1	Ok	1	?	0	
328	<i>M_stellata</i> _aff1	Brasil	<i>G. Pereira-Silva</i> 8307	CEN	<i>GP</i> 8307	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
329	<i>M_stricta</i> 1a	Brasil	<i>J.B.A. Bringel</i> 868	CEN	<i>JB</i> 868	Ok	1	Ok	1	No	0	Ok	1	
330	<i>M_stricta</i> 1b	Brasil	<i>J.E.Q. Faria Jr.</i> 4288	-	<i>JQ</i> 4288	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
331	<i>M_tenella</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4959	-	<i>M</i> 4959	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
332	<i>M_tenella</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4953	-	<i>M</i> 4953	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
333	<i>M_tenella</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4964	-	<i>M</i> 4964	Ok	0	Ok	0	?	0	Ok	0	
334	<i>M_tenerrima</i>	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4630	CEN	<i>AA</i> 4630	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
335	<i>M_tenerrima</i> 1a	Brasil	<i>A. Pott</i> 14623	CEN	<i>AP</i> 14623	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
336	<i>M_tombadorensis</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4379	-	<i>M</i> 4379	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
337	<i>M_tombadorensis</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4594	-	<i>M</i> 4594	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
338	<i>M_tombadorensis</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4610	-	<i>M</i> 4610	Ok	0	Ok	0	Ok	1	Ok	1	
339	<i>M_tomentosa</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4444	-	<i>M</i> 4444	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
340	<i>M_tomentosa</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4500	-	<i>M</i> 4500	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
341	<i>M_tomentosa</i> 1c	Brasil	<i>R. Chacon</i> 556	-	<i>RC</i> 556	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	

342	<i>M_tripartita</i>	Argentina/Brasil/ Paraguai	<i>M. Mendoza 4652</i>	-	M 4652	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
343	<i>M_tripartita</i> 1b	Argentina/Brasil/ Paraguai	<i>M. Mendoza 4501</i>	-	M 4501	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
344	<i>M_tripartita</i> 1c	Argentina/Brasil/ Paraguai	<i>M. Mendoza 4577</i>	-	M 4577	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
345	<i>M_tripartita</i> _aff1	Brasil	<i>J. F. Pastore 2359</i>	CEN	JP 2359	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
346	<i>M_tripartita</i> _aff2	Brasil	<i>C.S. Anderson 4783</i>	CEN	CS 4783	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
347	<i>M_tripartita</i> _aff2b	Brasil	<i>M. Aparecida 3610</i>	CEN	MA 3610	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
348	<i>M_tripartita</i> _aff3	Brasil	<i>G. Webster 29739</i>	CEN	GW 29739	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
349	<i>M_tripartita</i> _aff4	Brasil	<i>M. Mendoza 4215</i>	-	M 4215	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
350	<i>M_tripartita</i> _aff4a	Brasil	<i>A. Pott 4205</i>	CEN	AP 4205	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
351	<i>M_tripartita</i> _aff4b	Brasil	<i>A.C. Allem 227a</i>	CEN	AA 227a	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
352	<i>M_tripartita</i> _aff5	Brasil	<i>J.R.I. Wood 26807</i>	-	W 26807	Ok	0	Ok	0	Ok	0	No	0	
353	<i>M_tripartita</i> _aff6	Brasil	<i>M. Martins 49</i>	-	MM 49	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
354	<i>M_tripartita</i> _aff7	Brasil	<i>C. Proença 33</i>	-	C 33	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
355	<i>M_tripartita</i> _aff8	Brasil	<i>R.F. Vieira 1120</i>	CEN	RV 1120	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
356	<i>M_triphylla</i>	Brasil	<i>M. Simon 2025</i>	-	MS 2025	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
357	<i>M_triphylla</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza 4626</i>	-	M 4626	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
358	<i>M_triphylla</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza 5098</i>	-	M 5098	No	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
359	<i>M_triphylla</i> _cf	Brasil	<i>N. F. Silva 38</i>	-	NS 38	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
360	<i>M_triphylla</i> _aff1	Brasil	<i>A.C. Allem 4545</i>	CEN	AA 4545	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
361	<i>M_triphylla</i> _aff1b	Brasil	<i>A.C. Allem 4553</i>	CEN	AA 4553	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
362	<i>M_triphylla</i> _aff2	Brasil	<i>A.C. Allem 4542</i>	CEN	AA 4546	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
363	<i>M_triphylla</i> _aff2a	Brasil	<i>A.C. Allem 4546</i>	CEN	AA 4542	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
364	<i>M_triphylla</i> _aff3	Brasil	<i>T. B. Cavalcanti 2528</i>	-	TC 2528	Ok	0	Ok	0	Ok	0	No	0	
365	<i>M_triphylla</i> _aff3a	Brasil	<i>M. Mendoza 4462</i>	-	M 4462	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
366	<i>M_triphylla</i> _aff3b	Brasil	<i>M. Mendoza 4476</i>	-	M 4476	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
367	<i>M_tristis</i>	Brasil/Venezuela	<i>A.C. Allem 3460</i>	CEN	AA 3460	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
368	<i>M_variifolia</i> cf	Brasil	<i>G. Hatschbach 76600</i>	MBM	GH 76600	No	0	No	0	?	0	?	0	
369	<i>M_yeadeirensis</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4228</i>	-	M 4228	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	

370	<i>M_veadeirensis</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4175	-	M 4175	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
371	<i>M_veadeirensis</i> 1c	Brasil	<i>M. Simon</i> 1116	CEN	MS 1116	Ok	0	Ok	0	Ok	0	?	0	
372	<i>M_veadeirensis</i> 1d	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4140	-	M 4140	Ok	0	No	0	Ok	0	Ok	0	
373	<i>M_veadeirensis_x_robusta</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4176	-	<i>M</i> 4176	Ok	0	Ok	0	?	0	Ok	0	
374	<i>M_violacea</i>	Brasil	<i>J. B. Pastore</i> 1517	UB	JP 1517	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
375	<i>M_violacea</i> 1a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4307	-	M 4307	Ok	0	Ok	0	Ok	1	No	0	
376	<i>M_violacea</i> 1c	Brasil	<i>M. Simon</i> 1107	CEN	MS 1107	No	0	Ok	0	?	0	?	0	
377	<i>M_violacea_aff</i> 2a	Brasil	<i>A. Allem</i> 3682	CEN	AA 3682	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
378	<i>M_violacea_aff</i> 2b	Brasil	<i>G. Hatschbach</i> 66111	CEN	GH 66111	Ok	0	No	0	Ok	0	?	0	
379	<i>M_violaceae_aff</i> 1	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4765	-	M 4765	Ok	0	Ok	0	Ok	0	?	0	
380	<i>M_violaceae_aff</i> 1b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4115	-	M 4115	Ok	0	Ok	0	Ok	0	No	0	
381	<i>M_violaceae_aff</i> 1c	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4890	-	M 4890	No	0	Ok	0	No	0	?	0	
382	<i>M_weddelliana</i>	Brasil	<i>C.A. Conceição</i> 2371	CGMS	CC 2371	No	0	No	0	Ok	0	?	0	
383	<i>M_weddelliana_aff</i> 1	Brasil	<i>L. carvalho</i> 06	CEN	LC 06	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
384	<i>M_xavantinensis</i>	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4178	-	M 4178	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
385	<i>M_xavantinensis</i> 1a	Brasil	<i>J.R.I. Wood</i> 27014	-	W 27014	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
386	<i>Manihot_sp_nov</i> 1	Bolívia/Brasil/Peru	<i>A.C. Allem</i> 4155	CEN	AA 4155	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
387	<i>Manihot_sp_nov</i> 1b	Bolívia/Brasil/Peru	<i>A.C. Allem</i> 4152	CEN	AA 4152	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
388	<i>Manihot_sp_nov</i> 1c	Bolívia/Brasil/Peru	<i>O. Colke</i> 298	CEN	OC 298	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
389	<i>Manihot_sp_nov</i> 2	Bolívia/Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4666	CEN	AA 4666	Ok	1	Ok	1	Ok	0	?	0	
390	<i>Manihot_sp_nov</i> 2a	Bolívia/Brasil	<i>G. Pereira</i> 16022	CEN	GP 16022	Ok	0	Ok	0	Ok	1	?	0	
391	<i>Manihot_sp_nov</i> 2c	Bolívia/Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4690	CEN	AA 4690	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
392	<i>Manihot_sp_nov</i> 3	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4389	-	M 4389	Ok	1	Ok	1	No	0	No	0	
393	<i>Manihot_sp_nov</i> 3a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4387	-	M 4387	Ok	0	Ok	0	No	0	No	0	
394	<i>Manihot_sp_nov</i> 4	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4278	-	<i>M</i> 4278	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
395	<i>Manihot_sp_nov</i> 4a	Brasil	<i>B. Walter</i> 3613	CEN	BW 3613	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
396	<i>Manihot_sp_nov</i> 4c	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4280	-	<i>M</i> 4280	Ok	0	Ok	0	Ok	1	Ok	1	
397	<i>Manihot_sp_nov</i> 4d	Brasil	<i>J.E.Q. Faria Jr.</i> 3408	-	JQ 3408	Ok	0	No	0	No	0	Ok	0	
398	<i>Manihot_sp_nov</i> 4e	Brasil	<i>T.B. Cavalcanti</i> 1112	CEN	TC 1112	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
399	<i>Manihot_sp_nov</i> 5	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5097	-	M 5097	Ok	1	Ok	1	Ok	1	No	0	

400	<i>Manihot</i> _sp_nov5a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5096	-	M 5096	Ok	0	Ok	0	Ok	0	?	0	
401	<i>Manihot</i> _sp_nov6	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4407	-	M 4407	Ok	1	Ok	1	Ok	1	No	0	
402	<i>Manihot</i> _sp_nov6b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4409	-	M 4409	Ok	0	Ok	0	No	0	No	0	
403	<i>Manihot</i> _sp_nov6d	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5240	-	M 5240	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	1	
404	<i>Manihot</i> _sp_nov7	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5142	-	M 5142	Ok	1	Ok	1	Ok	1	No	0	
405	<i>Manihot</i> _sp_nov7a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4870	-	M 4870	Ok	0	Ok	0	No	0	?	0	
406	<i>Manihot</i> _sp_nov8	Brasil	<i>G. Pereira</i> 16661	-	GP 16661	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
407	<i>Manihot</i> _sp_nov9	Brasil	<i>R. Mello-silva</i> 2339	CEN	RM 2339	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
408	<i>Manihot</i> _sp_nov9a	Brasil	<i>J. Valls</i> 12995	-	JV 12995	Ok	0	No	0	No	0	?	0	
409	<i>Manihot</i> _sp_nov10	Brasil	<i>J.E.Q. Faria Jr.</i>	-	JQ	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
410	<i>Manihot</i> _sp_nov11	Brasil	<i>J.R.I. Wood</i> 25457	-	W 25457	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
411	<i>Manihot</i> _sp_nov11a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4585	-	M 4585	Ok	0	Ok	0	No	0	No	0	
412	<i>Manihot</i> _sp_nov11b	Brasil	<i>J.R.I. Wood</i> 26585	-	W 26585	Ok	0	No	0	No	0	Ok	1	
413	<i>Manihot</i> _sp_nov12	Brasil	<i>F. Hurbath</i> 590	-	FH 590	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
414	<i>Manihot</i> _sp_nov13	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5191	-	M 5191	Ok	1	Ok	1	Ok	1	No	0	
415	<i>Manihot</i> _sp_nov14	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5100	-	M 5100	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
416	<i>Manihot</i> _sp_nov14b	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 5102	-	M 5102	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
417	<i>Manihot</i> _sp_nov14c	Brasil	<i>G. Pereira-Silva</i> 12292	CEN	GP 12292	Ok	0	No	0	Ok	0	?	0	
418	<i>Manihot</i> _sp_nov14d	Brasil	<i>M.L. Fonseca</i> 6610	CEN	MF 6610	Ok	0	Ok	0	Ok	0	?	0	
419	<i>Manihot</i> _sp_nov15	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4629	-	M 4631	Ok	1	Ok	1	?	0	Ok	1	
420	<i>Manihot</i> _sp_nov15a	Brasil	<i>T. B. Cavalcanti</i> 3522	CEN	TC 3522	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
421	<i>Manihot</i> _sp_nov16	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 3694	CEN	AA 3694	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
422	<i>Manihot</i> _sp_nov16a	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 3690	CEN	AA 3690	Ok	0	No	0	?	0	?	0	
423	<i>Manihot</i> _sp_nov17	Brasil	<i>AC.. Allem</i> 4653	CEN	AA 4653	Ok	1	Ok	1	?	0	?	0	
424	<i>Manihot</i> _sp_nov17a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4212	-	<i>M</i> 4212	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	1	
425	<i>Manihot</i> _sp_nov17b	Brasil	<i>A.C. Allem</i> 4652	CEN	AA 4652	Ok	0	Ok	0	?	0	?	0	
426	<i>Manihot</i> _sp_nov18	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4632	-	M 4632	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
427	<i>Manihot</i> _sp_nov18a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4394	-	M 4394	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	0	
428	<i>Manihot</i> _sp_nov19	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4836	-	M 4836	Ok	1	Ok	1	Ok	1	?	0	
429	<i>Manihot</i> _sp_nov19a	Brasil	<i>M. Mendoza</i> 4834	-	M 4834	No	0	Ok	0	Ok	0	No	0	

430	<i>Manihot_sp_nov20</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4591</i>	-	M 4591	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
431	<i>Manihot_sp_nov20b</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4127</i>	-	M 4127	Ok	0	Ok	0	No	0	No	0	
432	<i>Manihot_sp_nov21</i>	Brasil	<i>A. Pott 15193</i>	CEN	AP 15193	Ok	1	Ok	1	No	0	?	0	
433	<i>Manihot_sp_nov22</i>	Brasil	<i>F.G. Aquino 70</i>	CEN	FA 70	Ok	1	Ok	1	Ok	1	?	0	
434	<i>Manihot_sp_nov22a</i>	Brasil	<i>M. Simon 1778</i>	CEN	MS 1778	Ok	0	Ok	0	Ok	0	?	0	
435	<i>Manihot_sp_nov23</i>	Bolívia	<i>M. Mendoza 3452</i>	-	M 3452	Ok	1	Ok	1	?	0	Ok	1	
436	<i>Manihot_sp_nov24</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4997</i>	-	M 4997	Ok	1	Ok	1	Ok	1	?	0	
437	<i>Manihot_sp_nov24a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4873</i>	-	M 4873	Ok	0	Ok	0	No	0	Ok	1	
438	<i>Manihot_sp_nov24c</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 5133</i>	-	M 5133	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
439	<i>Manihot_sp_nov25a</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4730</i>	-	M 4730	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
440	<i>Manihot_sp_nov25b</i>	Brasil	<i>M. Mendoza 4733</i>	-	M 4733	Ok	0	Ok	0	Ok	0	Ok	0	
441	<i>Manihot_sp_nov26</i>	Bolívia	<i>M. Mendoza 3152</i>	-	M 3152	Ok	1	Ok	1	Ok	1	Ok	1	
442	<i>Manihot_sp_nov26a</i>	Bolívia	<i>M. Garvizu 1075</i>	-	MG 1071	Ok	0	Ok	0	?	0	Ok	0	
443	<i>Manihot_sp_nov26b</i>	Bolívia	<i>M. Garvizu 1071</i>	-	MG 1075	Ok	0	No	0	?	0	No	0	
Acessos aproveitados do GenBank														
1	<i>J_gossypifolia</i>								1					FN551735
2	<i>J_urens</i>								1					FN551736
3	<i>M_baccata</i>								1					FN551785
4	<i>M_brachyloba</i>								1					FN551761
5	<i>M_chlorosticta</i>								1					FN551743
6	<i>M_esculenta</i>								1					FN551838
Total de amostras								151		148		94		85

Anexo 2

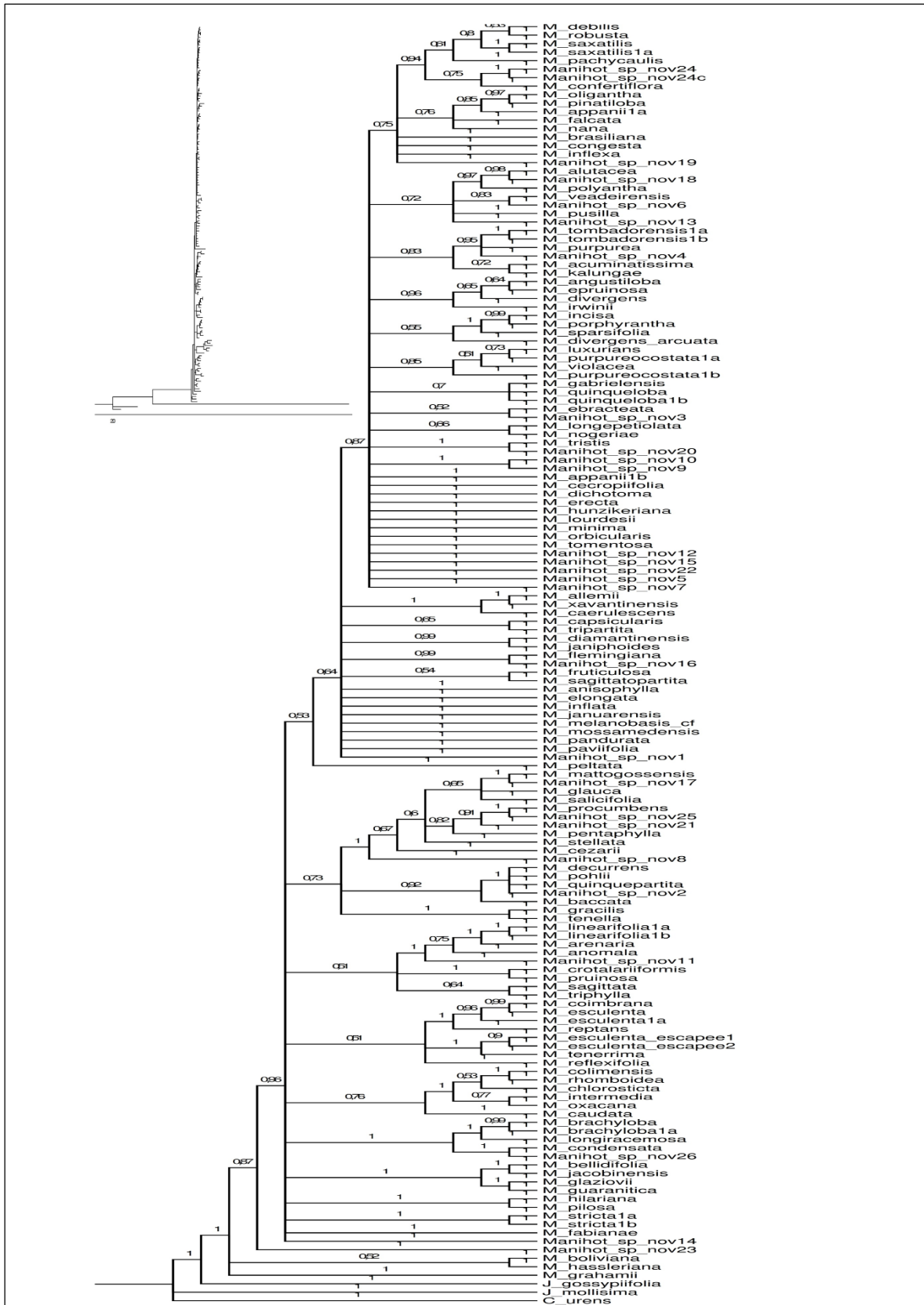


Figura 1. Árvore consensu de Inferência Bayesiana (IB) dos marcadores ITS, G3pdh, MetEco e TrnL combinados. Números acima dos ramos são Probabilidade posterior (PP).

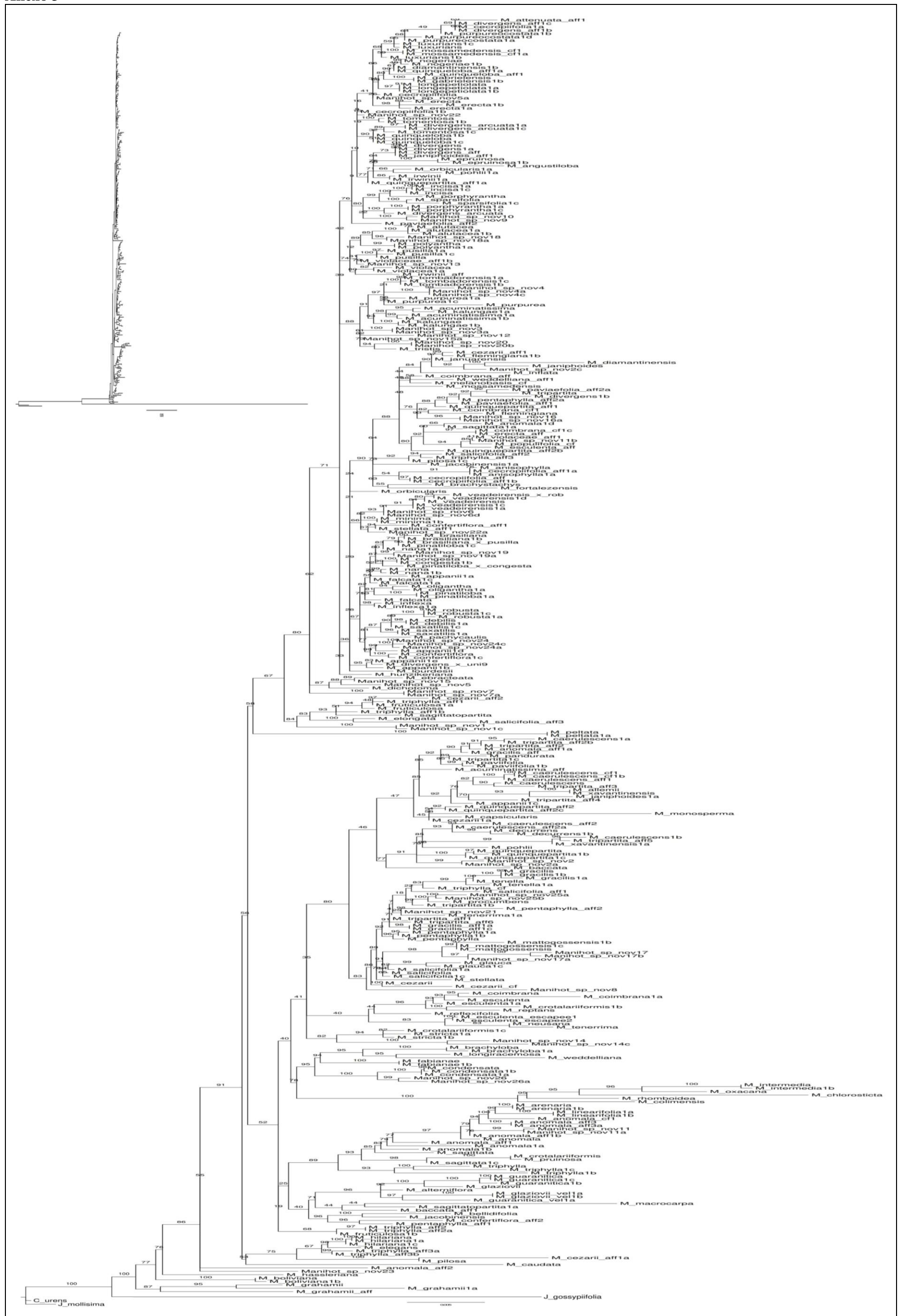


Figura 2. Filograma estendido de Máxima Verossimilhança dos marcadores ITS, G3pdh, MetEco e TrnL combinados, evidenciando a independência genética das espécies e táxons reconhecidos no estudo. Os valores dos ramos representam os valores de ultrafast bootstrap (-bb).

Anexo 4

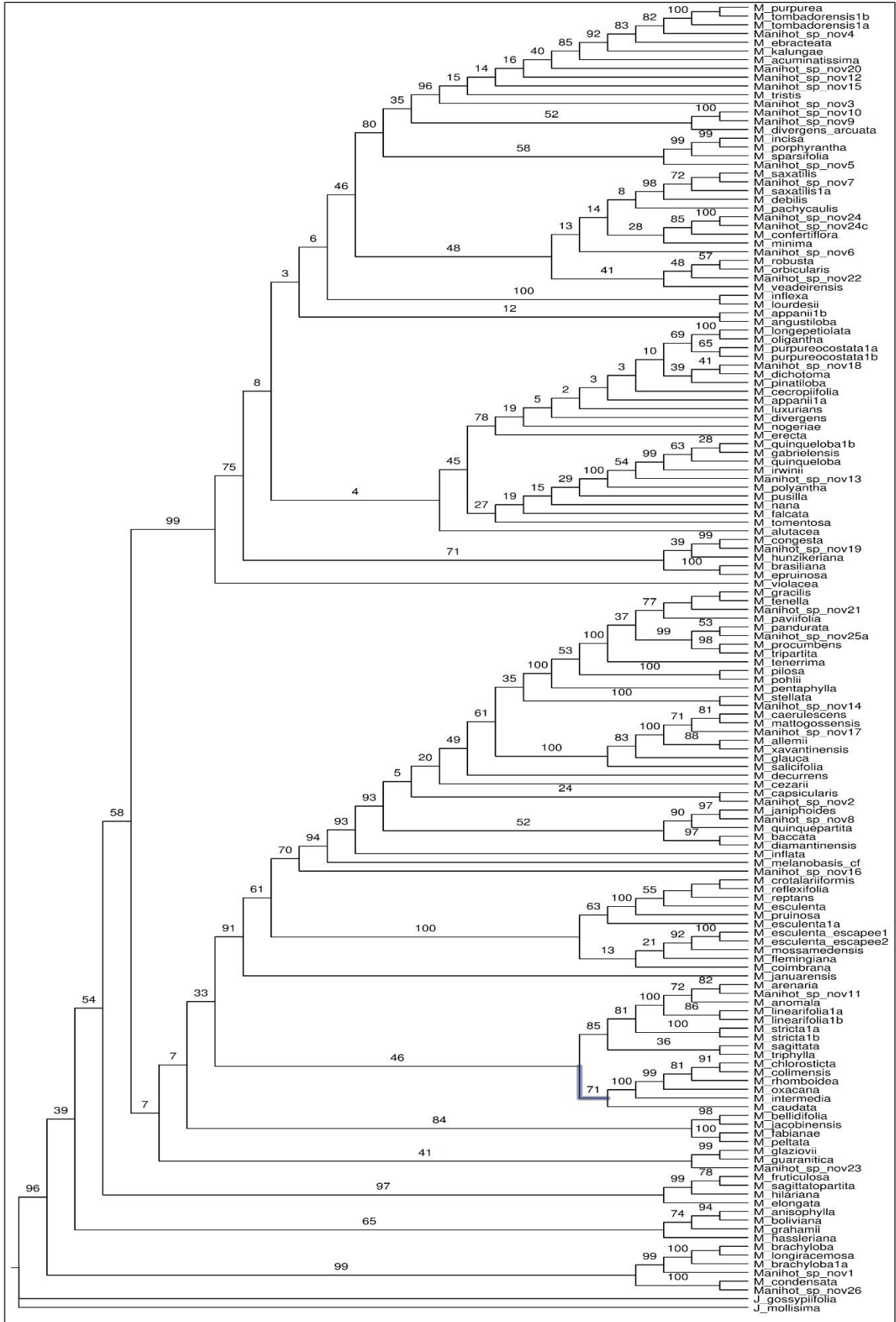


Figura 3. Filograma de Máxima Verossimilhança do marcador ITS. Os valores dos ramos representam os valores de ultrafast bootstrap (-bb).

Anexo 5

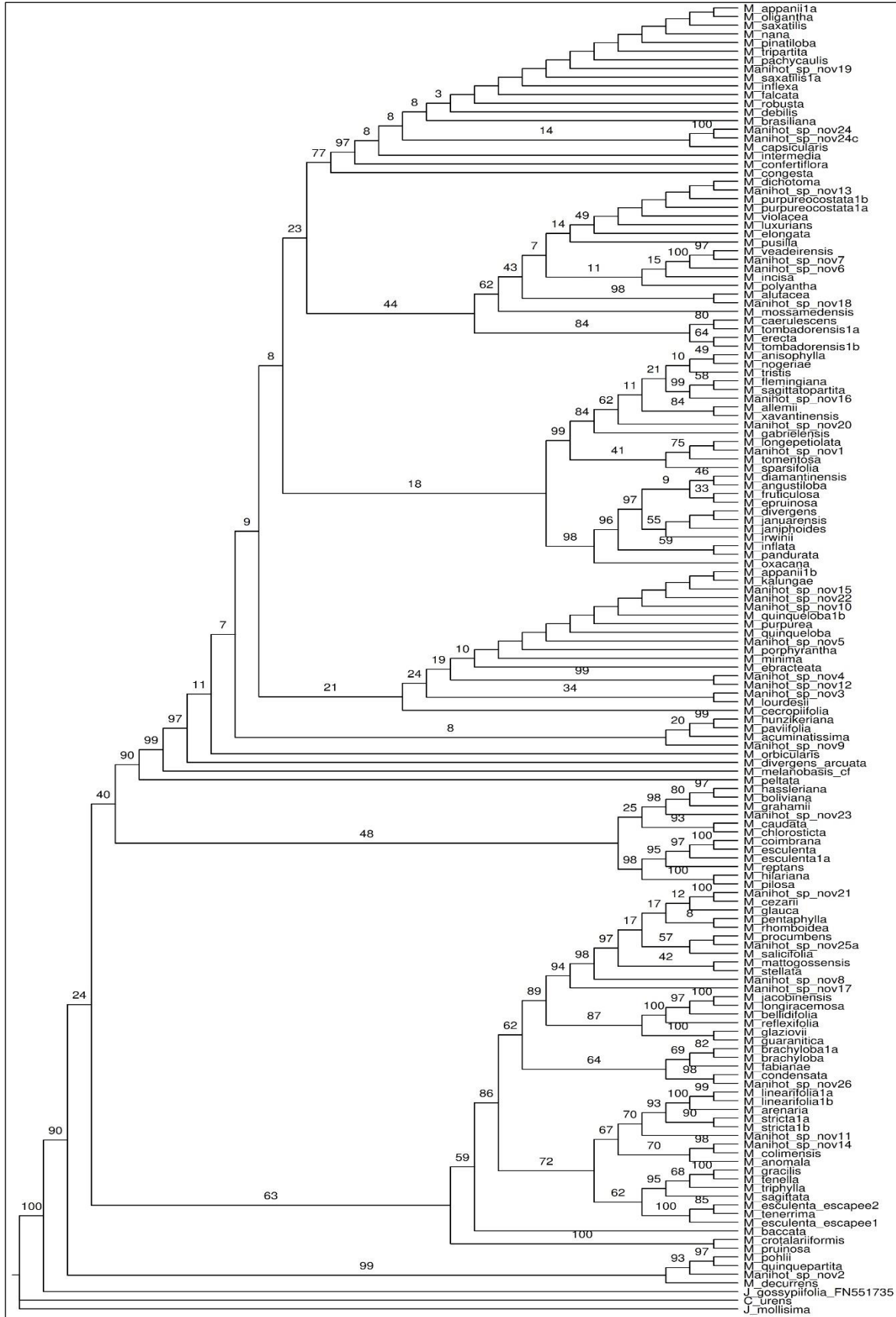


Figura 4. Filograma de Máxima Verossimilhança do marcador G3pdh. Os valores dos ramos representam os valores de ultrafast bootstrap (-bb).

Anexo 6

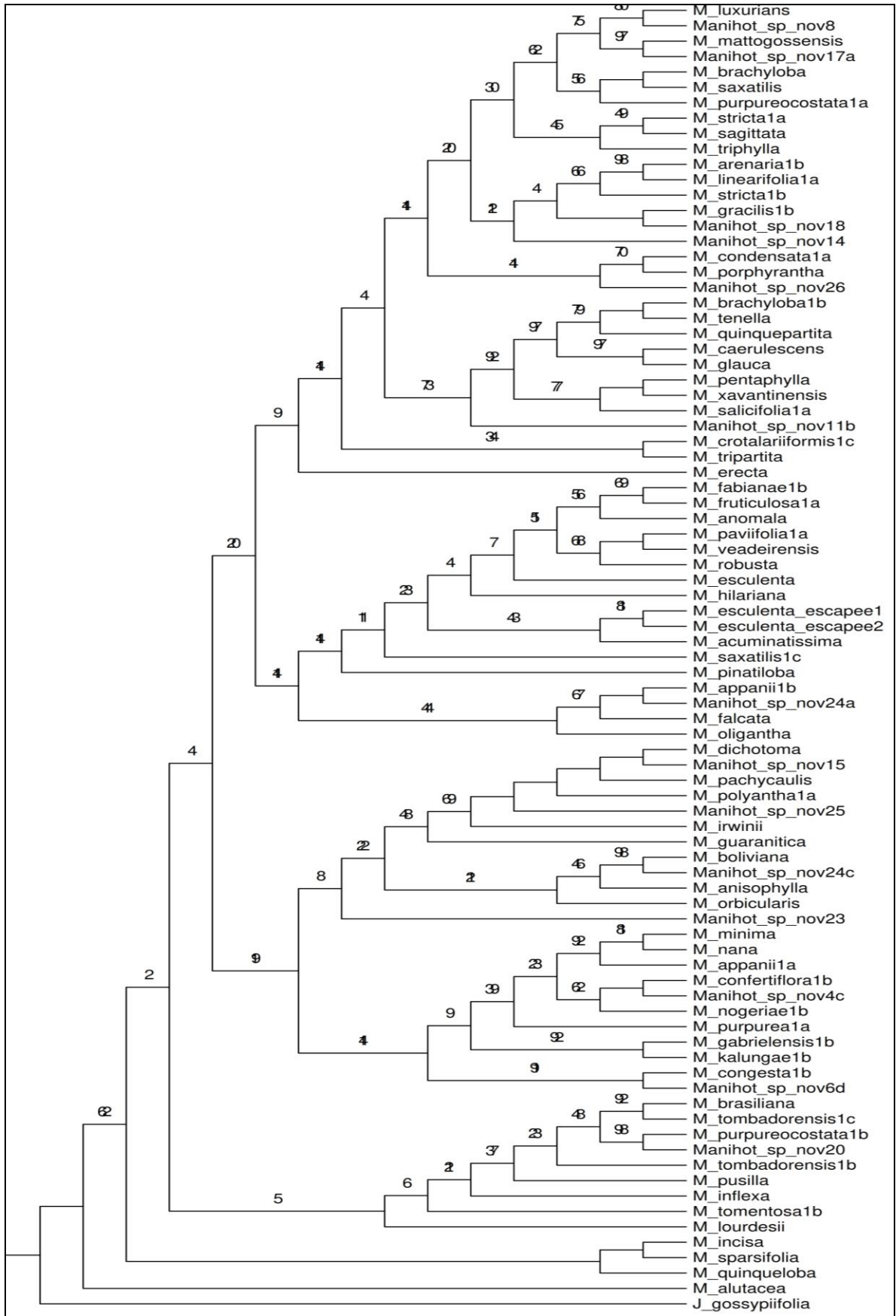


Figura 5. Filograma de Máxima Verossimilhança do marcador TrnL. Os valores dos ramos representam os valores de ultrafast bootstrap (-bb).

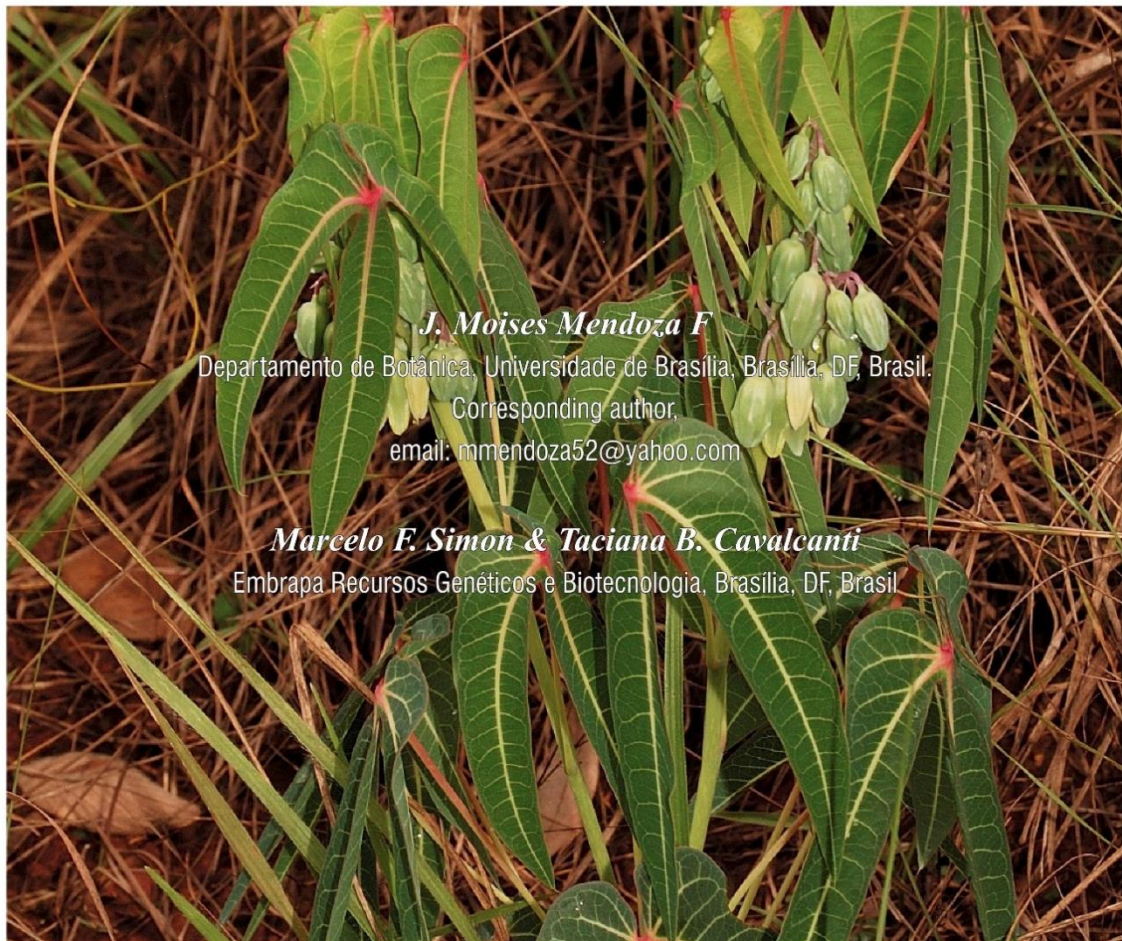
5. Apêndices

5.1. Artigos publicados

- Mendoza F., J. M. & T. B. Cavalcanti. 2015. **Three new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Central Brazil.** *Q'euña* 6: 7–22.
- Mendoza F., J. M., M. F. Simon, & T. B. Cavalcanti. 2015. **Three new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Chapada dos Veadeiros, Brazil.** *Arnaldoa* 22: 297–312.
- Mendoza F., J. M., M. F. Simon, T. Reis, A. Fidelis & T. B. Cavalcanti. 2016. **New endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Serra do Tombador in Goiás, Central Brazil.** *Phytotaxa* 273: 147–157
- Mendoza F., J. M., M. F. Simon, T. K. M. Arquelão & T. B. Cavalcanti. 2018. **Novas espécies de *Manihot* (Euphorbiaceae) do Brasil Central.** *Rodriguésia* 69: 915–932.

Three new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Chapada dos Veadeiros, Brazil

Três novas espécies endêmicas de *Manihot* (Euphorbiaceae) da Chapada dos Veadeiros, Brasil



Resumo

Durante trabalho de campo e herbário focado na taxonomia e filogenia do gênero *Manihot* do bioma Cerrado, foram encontradas três novas espécies endêmicas das terras altas da Chapada dos Veadeiros do Brasil central. *Manihot debilis*, *Manihot minima* e *Manihot robusta* são descritas e ilustradas. Características morfológicas que diferenciam estas espécies dos táxons mais relacionados, como também comentários sobre aspectos ecológicos e distribuição natural para cada táxon, são adicionados.

Palavras Chave: Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Brasil, Cerrado, Endêmico, Euphorbiaceae, *Manihot*, Taxonomia.

Abstract

During field and herbarium work focused on the taxonomy and phylogeny of the genus *Manihot* from the Cerrado biome, we found three new species endemic to the Chapada dos Veadeiros highlands of central Brazil. *Manihot debilis*, *Manihot minima* and *Manihot robusta* are described and illustrated. Morphological characteristics that differentiate these species from closely related taxa as well as comments on ecological aspects and natural distribution are provided.

Keywords: Chapada dos Veadeiros National Park, Brazil, Cerrado, Endemic, Euphorbiaceae, *Manihot*, Taxonomy.

Introduction

The Chapada dos Veadeiros in central Brazil (Goiás state) is a highland area formed by a heterogeneous landscape with different vegetations types within the Cerrado biome and is notable for its rich and highly endemic flora, especially in families such as Asteraceae, Eriocaulaceae, Leguminosae, Lythraceae, Melastomataceae, Poaceae and Velloziaceae (Munhoz & Proença 1998; Simon & Proença 2000). Floristic inventories in the region included the project "Planalto Expedition Program" a collaboration between the NYBG and the University of Brasilia carried out between 1965 and 1975, that included a number of expeditions to the Chapada dos Veadeiros. After that, more sporadic surveys by Brazilian botanists have been conducted (Simon & Amaral 2003; Munhoz & Felfili 2006; Chaves & Soares-Silva 2012). A compilation of the Chapada dos Veadeiros flora recorded 1,310 species (Munhoz & Proença 1998), but this number is certainly underestimated since a

number of new species have been described in the last 15 years, and also because large areas remain botanically unexplored due to difficult access. The region harbours the Chapada dos Veadeiros National Park (65,514 ha), but the flora of this reserve is largely unknown. Recent field and herbaria studies in different botanic families have showed a significant increment of species for the region, including the description of new species of *Diplusodon* (Lythraceae; Cavalcanti 2007; 2011; *Polygala* (Polygalaceae; Pastore & Mervyn 2009), *Syagrus* (Palmae; Noblick & Lorenzi 2010), *Utricularia* (Lentibulariaceae; Souza & Petean 2011), *Chamaecrista* (Leguminosae-Caesalpinioideae; Silva & Souza 2014). The number of new species described in the area suggests that the floristic inventory of the Chapada dos Veadeiros is far from complete, and therefore botanists are urged to explore in detail the flora of this important centre of endemism.

The most recent taxonomic treatment

for the genus *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae) is the work of Rogers & Appan (1973). These authors recognized 98 species in the Neotropical region, of which 80 were found in Brazil, 37 species are registered for the Cerrado, including 20 endemics (Rogers & Appan 1973). In recent years, the taxonomic studies on *Manihot* have had an important advance, including the description of a number of new species for the Chapada dos Veadeiros (Silva & Sodr e 2014; Silva 2014b, 2015; Silva *et al.*, 2013). This region has been shown to be an important centre of diversity and endemism for the genus, since Silva (2014a) reported 28 species of *Manihot*, 17 endemic to Goi as state, and 8 restricted to the Chapada dos Veadeiros. As another contribution to the flora of the Chapada dos Veadeiros, here we describe three new endemic species.

Material and methods

Exsiccates deposited in herbaria: CEN, HB, HRCB, HUEFS MG, K, LPB, MO, NY, R, RB, SP, SPF, UFG, UB, USZ were reviewed. Complemented by several in-situ observations for each species, which were made between February 2013 and April 2015. Line illustrations based in type specimens and illustrative sheets organized from photographic images of live plants, that highlight salient features of each species is provided

Results

Taxonomic treatment

1. *Manihot debilis* M. Mend. & T. B. Cavalc. sp. nov. (Fig. 1- 2)

TYPE: BRAZIL. Goi as: Alto Paraíso de Goi as. São Jorge, GO-239, ca. 3 km de São Jorge, sentido Colinas do Sul, 14 11'35"S, 47 50'07"W, 890 m, 13-XI-2014, M. Mendoza,

T. Reis & A.A. Santos 4404 (holotype: CEN!; isotypes: K!, LPB!, MO!, NY!, UB!, USZ!).

Diagnosis

Species nova valde distincta; inflorescentia longiracemosa, multiflora; foliis laminis semper 3-lobatis, basi valde cordata instructis; floribus staminatis longipedicillatis, pedicellis 6–10 mm longis; floribus pistillatis gamotepalis.

Erect perennial herbaceous, 15–26 cm high. Central stem arising from a woody base; moderately to abundant branching; branches 1–3, erect and dichotomy, usually after inflorescence or rare from near to base. Leaves not peltate, petiolate, spirally alternate, glabrous on both surfaces; stipules caducous, setaceous filiform, 1.5–3 mm long, margin entire, glabrous; petioles cylindrical (2-)4–8(-17) cm long; laminas membranaceous, base cordate, strictly 3-lobed, rarely a non-lobate cordate leave at inflorescence base; central lobe symmetric, oblong to oblong-lanceolate, (1.7-)4.5–8 (-10.5) × 0.5–0.12(-2) cm; margin entire, apex acuminate and apiculate; venation brochidodromus, primary veins slightly prominent in adaxial surface; lateral lobes reduced, asymmetric and prominent at base. Inflorescences multiflora, 3–5(-8.5) cm long, formed of one long central raceme, and 2–3 short lateral racemes, arising the same point; bracts and bracteoles caducous; bracts setaceous, linear-lanceolate, 2–3 × 0.3–0.5 mm, margin entire, apex attenuate, glabrous; bracteoles reduced. Flowers pedicelate, glabrous in outer surface and few simples hairs on inner surface, greenish or green-glaucous; pedicels 6–10 mm long on staminal flowers, 4–5 mm long on pistillate flowers; staminal flowers tubular-campanulate slightopening 11–13 × 5–7 mm, tube 7–8 mm long, tepal lobe reflexed, 4–5 mm long, apex acute and mucronate; pistillate flowers gamotepalous, tubular-

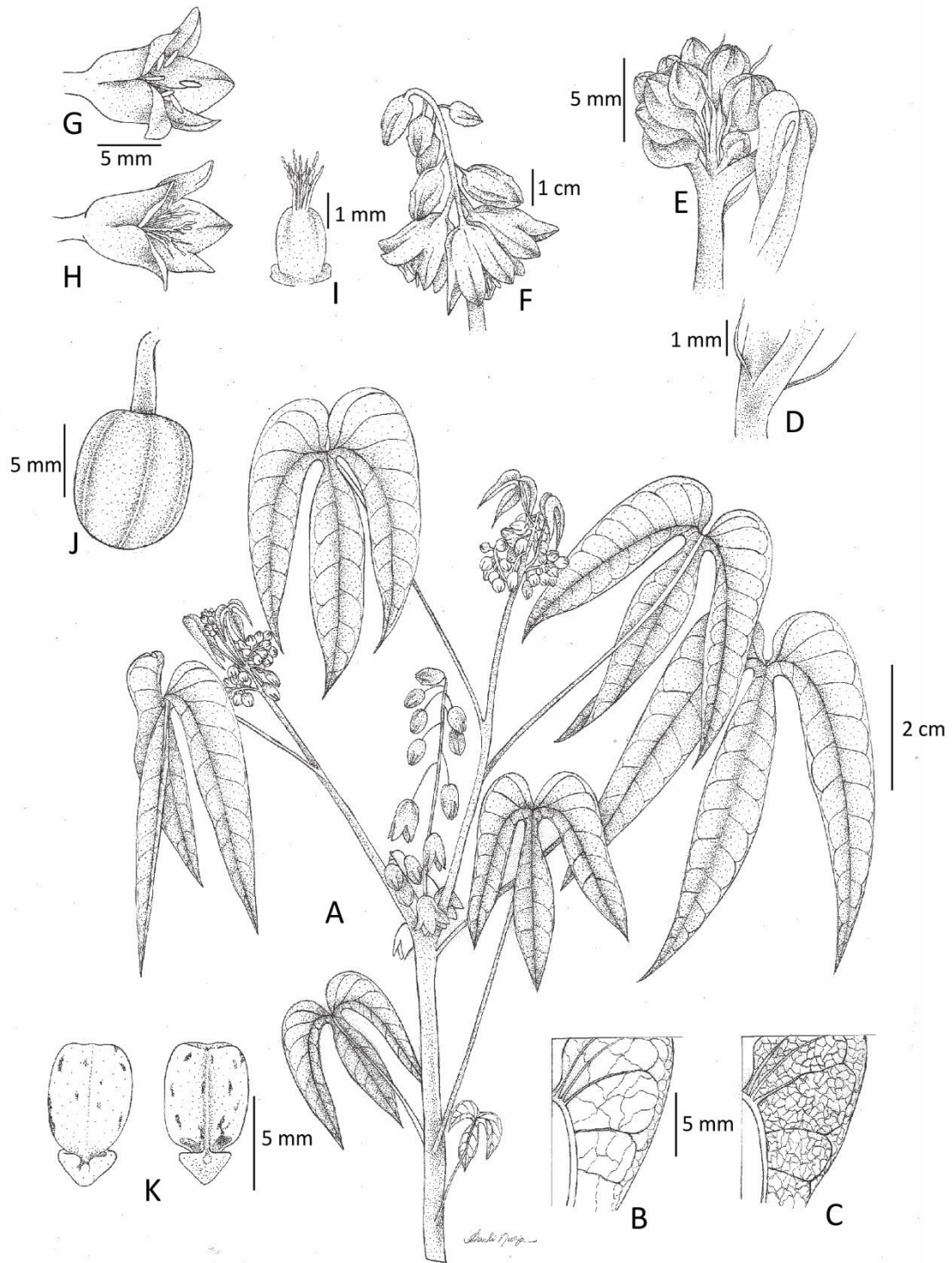


Fig. 1. *Manihot debilis*. A. Fertile branch; B. Detail of leaf venation, abaxial surface; C. Detail of leaf venation, adaxial surface; D. Stipules; E. Immature inflorescence with detail of bracts; F. Inflorescence; G. Staminal flower; H. Pistillate flower; I. Ovary and stigma; J. Capsule; K. Seeds. [A-H, from type - Mendoza 4404; J-K, from Mendoza 4820].



Fig. 2. *Manihot debilis*. A. Habit, fertile plant; B. Habit old sterile plant; C. Inflorescence; D. Stipule; E. Immature inflorescence, with detail of bracts; F. Pistillate flower; G. Staminal flower; H. Capsule; I. Seeds. [A-H, from type - Mendoza 4404; J-K, from Mendoza 4820].

Table 1. – Morphological differences between *M. debilis* and *M. minima* in relation to closely related species *M. kalungae* and *M. pusilla*

	<i>M. debilis</i>	<i>M. kalungae</i>	<i>M. minima</i>	<i>M. pusilla</i>
Plant size	15–26 cm tall.	11–40 cm tall.	5–15 cm high.	15–40 cm tall.
Stipules	Setaceous or filiform, entire 1.5–3 mm long, caducous.	Setaceous, entire, 5–13 mm, persistent.	Setaceous, bifid from base, 9–12 mm long, caducous.	Foliaceous, entire to pinnately sectate, 30–80 mm long, caducous.
Lamina	Strictly 3-lobate, rare not lobed and cordate at inflorescence base, flat.	Always non-lobed, and cordate or narrowly cordate, flat.	5–7 lobed, flat.	7–11 lobed, falcate.
Infloresc.	3–5 cm long, one long central raceme, and 2–3 short lateral racemes.	2.5–3 cm long, one central solitary raceme.	4–5 cm long, one central panicle and 3–6 reduced lateral racemes.	7–15 cm long, 1–2 central racemes and 2–3 short lateral racemes.
Pedicels in male flowers	6–10 mm long.	1–2 mm long.	4–5 mm long.	7–11 mm long.
Pistillate flowers	Gamotepalous.	Dialitepalous.	Gamotepalous.	Gamotepalous.
Stamen	Glabrous.	Pubescent.	Glabrous.	Glabrous.
Bracts, bracteoles	5–7 mm long, entire.	6–7 mm long, entire.	Less than 7 mm long, entire.	8–14 mm long, laciniate.
Caruncle	Moderately prominent, broadly triangular in both side.	Prominent, narrowly triangular in dorsal side.	Strongly prominent, reniform.	Prominent, subreniform,

campanulate, slightly opening, 8–10 × 5–6 mm, tube 7–8 mm long, tepal lobe reflexed, 3–5 mm long, apex acute and mucronate; stigmas cream or yellow-green. Capsule sub-cylindrical, 8–10 × 7–8 mm, smooth, glaucous-green; ribs absent but fine whitish lines replacing ribs. Seeds semi-elliptic, 6–7(-8) × 4–5 mm, caruncle moderately prominent, broadly triangular in both side, apex rotund.

Additional specimens examined

BRAZIL. Goiás: Alto Paraíso de Goiás. ca. 3.6 km de São Jorge, sentido Colinas do Sul, 14°11'39"S, 47°50'25"W, 893 m, 13-XI-2014, M. Mendoza, T. Reis & A. A. Santos 4396 (CEN); Estrada de São Jorge para Colinas do Sul, ao lado da entrada do Raizama,

1-II-2004, J. F. B. Pastore *et al.* 782 (CEN); GO-239.- ca. 3 km de São Jorge, sentido Colinas do Sul, 14°11'35"S, 47°50'07"W, 890 m, 4-III-2015, M. Mendoza, T. Reis, J. B. A. Bringel & A. A. Santos 4820 (CEN, K, LPB, NY, UB, USZ,).- São Jorge após mata seca, à esquerda, 20-I-2012, M. J. E. C. Júnior 156 (UFG).

Distribution and Ecology: Endemic to the state of Goiás. According to the information of specimens collected, this species is restricted to the area around the São Jorge village, in the municipality of Alto Paraíso de Goiás, where it grows in well-preserved grassland slopes and also in moderately disturbed areas, always in fragments of campo limpo, surrounded by

cerrado stricto-sensu vegetation, in rocky soils of mountainous areas, at elevations up to 900 m altitude.

Phenology: It was collected in flower from November to December and fruits from February to March.

Etymology: The specific epithet alludes to delicate appearance of the species, which was observed in all individuals studied.

Discussion

Manihot debilis can be recognized by its large inflorescence in relation to plant size, leaves 3-lobate with blades totally flat and pistillate gamotepalous flowers. In some sense, this species in vegetative state can be confused with *M. kalungae* M. J. Silva & R. C. Sodré, which morphologically shares the delicate habit, stipule filiform, green-glaucous colour (more evident in herbarium specimens) and cordate leaves (when *M. debilis* present not lobed leaves at inflorescence base). In contrast to *Manihot debilis*, *M. kalungae* has a reduced inflorescence (2.5–3 cm long), leaves always non-lobed with cordate lamina, pistillate flowers dialitepalous, staminal flowers short-pedicelate, 1–2 mm long (Table 1).

2. *Manihot minima* M. Mend. & T. B. Cavalc. sp. nov. (Fig. 3-4)

TYPE: BRAZIL. Goiás: Alto Paraíso de Goiás. GO-239, ca. 12,7 km de Alto Paraíso de Goiás, e entrando, ca. 4,6 km sentido Mulungú, 14°07'46"S, 47°38'19"W, 1211 m, 13-XI-2014, M. Mendoza, T. Reis & A. A. Santos 4405 (holotype: CEN!; isotypes: K!, LPB!, NY!, RB!, UB!, USZ!).

Diagnosis

Species nova Manihot pusillae Pohl affinis, sed distincta habitu minore, ca. 5–15 cm alta (non 20–40 cm alta); stipulis bifidis, filiformibus et minoribus, 9–12 mm longis (non

grandibus 30–80 mm, foliaceis, integris vel pinnatisectis); foliis, laminis 5–7-lobatis, rectis (non 7–11-lobatis nec falcatis); inflorescentia paniculata, 5 cm longa (non racemosa, 7–15 cm); bracteis et bracteolis integris (non lacinatis); et floribus flavis vel virido-flavis (non violáceo-pruinosis).

Erect perennial herbaceous, 5–15 cm high, a central erect stem arising from a woody base, rarely 2 stems; branches absent or reduced when present and strictly after inflorescence. Leaves not peltate, spirally alternate giving the appearance of a basal rosette, glabrous on both surfaces; stipules persistent, bifid from base, linear-lanceolate and lacinate each part, 9–12 mm long, apex filiform; petioles cylindrical, (2–)4–8(-10) cm long; laminas membranaceous, palmate-lobate, base cordate, 5–7-lobate, rarely 3-lobate at inflorescence base; central lobe symmetric oblong to oblong-lanceolate, 3.5–5(-7) × 0.4–0.6(-0.8) cm; margin entire, apex attenuate-apiculate; venation broquidodromous, primary veins slightly prominent in abaxial surface; lateral lobes gradually reduced with the last lobe asymmetric and prominent at base. Inflorescences multiflora, 4–5 cm long, formed by one reduced central panicle and 3–6 reduced lateral racemes, all arising from the same point; bracts and bracteoles persistent, bracts linear-lanceolate, 5–7 × 0.4–0.5 mm, margin entire, apex attenuate, glabrous, bracteoles reduced. Flowers, pedicelate, glabrous in both sides, yellow-greenish, sometimes with reddish tinge on the external side; pedicels ca. 4–5 mm long on staminal flowers, 5–6 mm long on pistillate flowers; staminal flowers subglobose-campanulate, 7–8 × 5–6 mm, tube 4–5 mm long, tepal lobe slightly opened, 3–4 mm long, apex acute; pistillate flowers gamotepalous, strongly opened, 6–8 × 4–5 mm, tube 2–3 mm long, tepal lobe

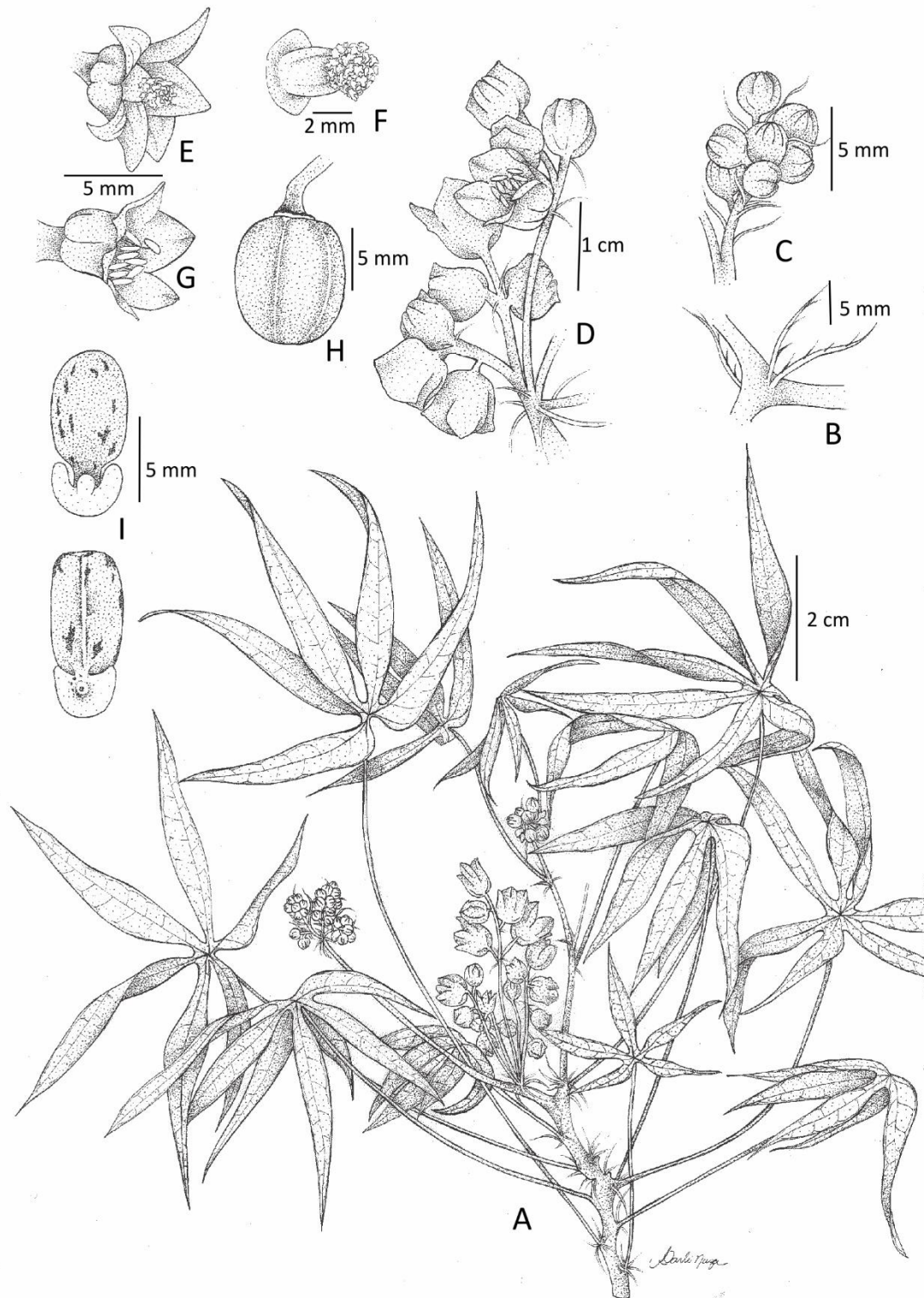


Fig. 3. *Manihot minima*. A. Fertile branch; B. Stipules; C. Immature inflorescence, with detail of bracts; D. Inflorescence; E. Pistillate flowers; F. Ovary and stigma; G. Staminal flower; H. Capsule; I. Seeds. [A-H, from type - Mendoza 4405; J-K, from Mendoza 4848].

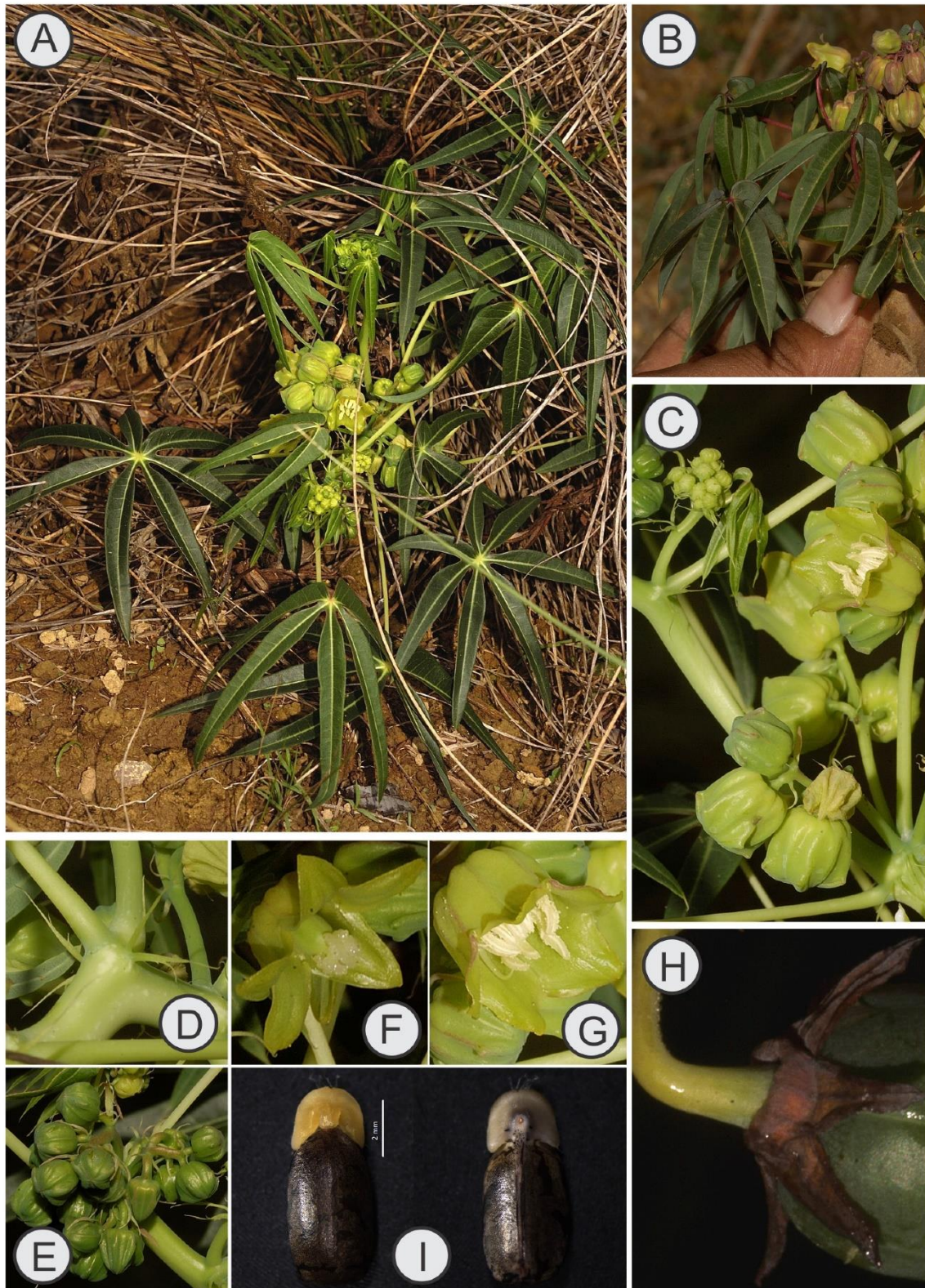


Fig. 4. *Manihot minima*. A. Habit, B. Fertile plant showing its small size; C. Inflorescence; D. Stipules; E. Immature inflorescence, with detail of bracts; F. Pistillate flower; G. Staminal flower; H. Capsule; I. Seeds. [A-H, from type - Mendoza 4405; J-K, from Mendoza 4848].

reflexed, 4–5 mm long, apex acute; stigma white-yellowish. Capsule subglobose, 8–10 mm, glaucous green; fine whitish lines replacing ribs. Seeds long elliptic, 7–8 × 3.53–4 mm, dark grayish; caruncle strongly prominent, reniform, apex rotund.

Additional specimens examined

BRAZIL. Goiás: Alto Paraíso de Goiás. ca. 12,7 km de Alto Paraíso de Goiás na GO-239, e entrando, ca. 4,6 km sentido Mulungú, 14°07'46"S, 47°38'19"W, 1211 m, 06-III-2015, M. Mendoza, T. Reis, A. A. Santos & J. B. A. Bringel, 4848 (CEN, K, NY, RB, UB, USZ); entrando, ca. 6.2 km da GO-239 sentido Mulungú, 14°06'57"S, 47°38'36"W, 1261 m, 06-III-2015, M. Mendoza, T. Reis, J. B. A. Bringel & A. A. Santos 4849 (CEN, USZ).

Distribution and Ecology

Endemic to the Chapada dos Veadeiros in Goiás state. Based on the information of specimens collected, this species is restricted to São Jorge village area, in the municipality of Alto Paraíso de Goiás, growing in well preserved and also moderately disturbed areas, at 1200–1260 m altitude. The species grows in cerrado, campo sujo, with sporadic small trees, on sandy-clay soil.

Phenology: It was collected with flower from November to December and fruits in February to March.

Etymology: The specific epithet alludes to the very small size of the plant, since this species could be smallest in the genus.

Discussion: *Manihot minima* is characterized by very small size of 5–15 cm high, stipules setaceous, small, 9–12 mm long, bifid from base, linear-lanceolate and lacinate each part; leaves 5–7 lobed and not falcate, inflorescence in panicle, 5 cm long, bracts and bracteoles entire, and flowers yellow-greenish. *Manihot pusilla*

is morphologically similar to *M. minima* because shares in general, plant habit with leaf like rosette disposition, stipules persistent, pistillate flowers gamotepalous and staminal flowers subglobose-campanulate. *M. pusilla* differs by stipules foliaceous to laminar, large, 30–80 mm long, entire to pinnately sectate, haphazardly lacinate; leaves 7–11 lobed and falcate; inflorescence in raceme 7–15 cm long, bracts and bracteoles lacinate, flowers reddish to red-salmon (Table 1).

3. *Manihot robusta* M. Mend. & T. B. Cavalc. sp. nov. (Fig. 5–6).

TYPE: BRAZIL. Goiás: Alto Paraíso de Goiás. Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, ca. 0.3 km da GO-239, sentido Sede – alojamento do ICMBio (lado direito), 14°09'55,92"S, 47°47'25,62"W, 1046 m, 31-X-2014, M. Mendoza, J.B.A. Bringel, A.A. Santos & T. Reis 4343 (holotype: CEN!; isotypes: HRCB!, HUEFS!, K!, LPB!, MG!, MO!, NY!, RB!, SP!, UB!, USZ!).

Diagnosis

Species nova affine M. attenuatae Müll. Arg., sed ab ea habitu erecta, robusta, ca. 40–70 cm alta (non 15–30 cm alta nec rosetta flácida instructa), foliis, ca 30 venis secundaris patentibus, sub angulo 40–50° (non, 50–65 fere rectangularibus sub angulo 80–90°), inflorescentia supra, 3–4-racemis (non basale nec uni-racema); floribus flavis vel virido-flavis (non violaceo-pruinosis) differt.

Robust shrub, erect, 40–70 cm high, a central stem arising from a woody base; branching moderate to abundant from near base to top; branches 2–3, erect to decumbent, usually dichotomy but sometimes 3-cothomy. Leaves not peltate, sessile to subsessile, spirally alternate and regularly distributed on the stem, glabrous on both surfaces, purple-reddish the adaxial

surface and dark reddish to greenish at abaxial surface in young, and strong green-glaucous on both surfaces when mature; stipules not early caducous, setaceous, linear to linear-lanceolate, 5–9 mm long, entire or rarely laciniate at apex, glabrous; petioles canaliculated in adaxial face, reduced, ≤0.5 mm long; laminas membranaceous, not lobate, oblong to oblong-lanceolate, (14-)19–23(27) × 2.5–5(-6.5) cm; base acute, margin entire, apex acute to apiculate, glabrous; venation camptodromous, primary veins strongly prominent in abaxial surface; secondary 30 pairs, forming a 40–50° angle in relation to primaries. Inflorescence multiflora, small, 3.5–8(-12) cm long, formed by one long central raceme and 2–3 reduced lateral raceme, all arising the same point; bracts and bracteoles not early caducous; bracts oval-lanceolate, 7–9 × 2–4 mm, margin entire, apex acuminate-attenuate, glabrous; bracteoles, linear to linear-lanceolate, reduced, 4–5 mm long, entire. Flowers pedicelate, glabrous in both surface, yellow to green-yellow; pedicels 1.5–2 mm long on staminal flowers, 4–5(-8) mm long on pistillate flowers; staminal flowers short-campanulate, 9–12 × 6–7 mm, tube 7–8 mm long, tepal lobes reflexed, 3–4 mm long, apex rotund; pistillate flowers gamotepalous, short-campanulate, 7–9 × 5–6 mm, tube 4–5 mm long, tepal lobe reflexed, 3–4 mm long, apex acute; stigma white. Capsule globose, 10–11 mm; fine red lines replacing ribs. Seeds elliptic, 8–9 × 4–5 mm, caruncle moderately prominent, flattened cordate and apex rotund.

Additional specimens examined

BRAZIL. Goiás: Alto Paraíso de Goiás. São Jorge, ca. 34,8 km da GO-118 para São Jorge, e caminhando 10–30 m lado direito, 14°10'17"S, 47°47'46"W, 1050 m, 12-II-2014, M. Mendoza, A.A. Santos & T. Reis 4136 (CEN, NY, UB, USZ); ca. 35,5 km da GO-

118, para São Jorge, caminhando 10–30 m lado esquerdo, 14°10'35"S, 47°48'06"W, 1017 m, 12-II-2014, M. Mendoza, A. A. Santos & T. Reis 4138 (CEN, HRCB, HUEFS MG, MO, NY, RB, SP, UB, USZ); Estrada Alto Paraíso – Colinas do Sul, ca. 35 km de Alto Paraíso, 14-III-1995, T. B. Cavalcanti *et al.* 1361 (CEN, SPF); Estrada do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (a esquerda), Estrada Alto Paraíso – Colinas do Sul, 34 km da GO-118, 14°09'49"S, 47°47'08"W, 1250 m, 27 -I- 1997, B. M. T. Walter *et al.* 3644 (CEN); Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, ca. 1,0 km da sede do Parque, 7-II-1987, R. M. Pirani *et al.* 1724 (SP); Parque Nacional do Tocantins, arredores da sede do Parque, 46 km W de Veadeiros, 25-IX-1967, De Haas Sr., J. H. De Haas & R. P. Belen 310 (HB); Rod. GO-239, ca. 1.3 km São Jorge para Alto Paraíso de Goiás, e entrando, ca. 100–200 m (lado direito), 14°10'35"S, 49°48'06"W, 1012 m, 31-X-2014, M. Mendoza, A. A. Santos, J. B. A. Bringel & T. Reis 4354 (CEN, K, MO, NY, UB, USZ).

Distribution and Ecology: Endemic to the Chapada dos Veadeiros. This species so far is known only from two small populations in São Jorge village area, in the municipality of Alto Paraíso de Goiás, growing in well-preserved vegetation, in slopes and flat areas of valleys in mountain areas from 1000 to 1050 m altitude. This species grows in relatively open habitats with some trees of Cerrado and campo rupestre vegetation on sandy soil.

Phenology: It was collected with flowers in October to November and fruits from December to April.

Etymology: The specific epithet is derived from the robust habit of the plant, in relation of all species known of this species group with uni-lobate leaves and herbaceous habit in the genus.

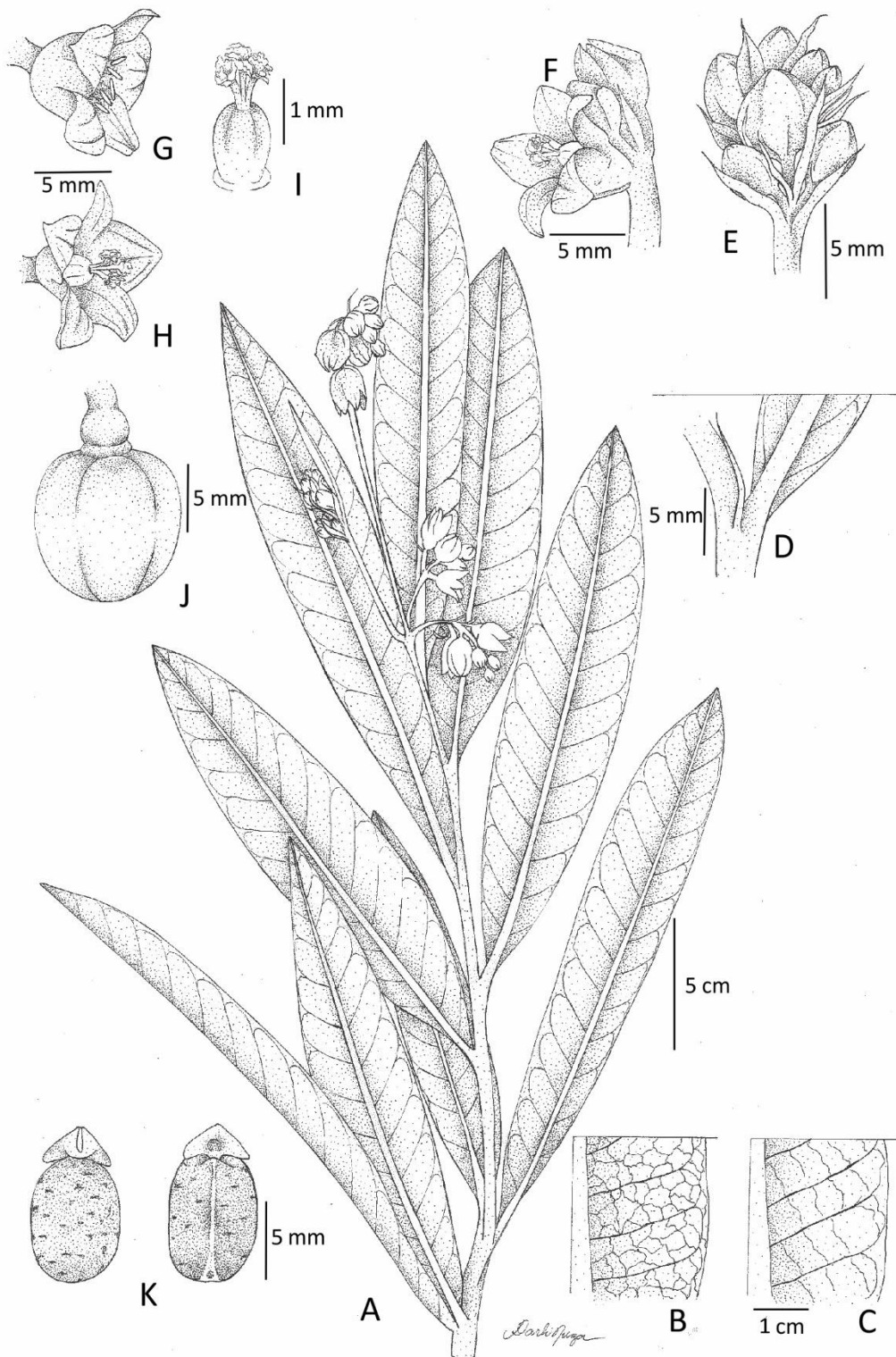


Fig. 5. *Manihot robusta*. A. Fertile branch; B. Detail of leaf venation, abaxial surface; C. Detail of leaf venation, adaxial surface; D. Stipule; E. Immature inflorescence, with detail of bracts; F. Inflorescence; G. Staminal flower; H. Pistillate flower; I. Ovary and stigma; J. Capsule; K. Seeds. [A-G, from type - Mendoza 4343; H-I, from Mendoza 4138].

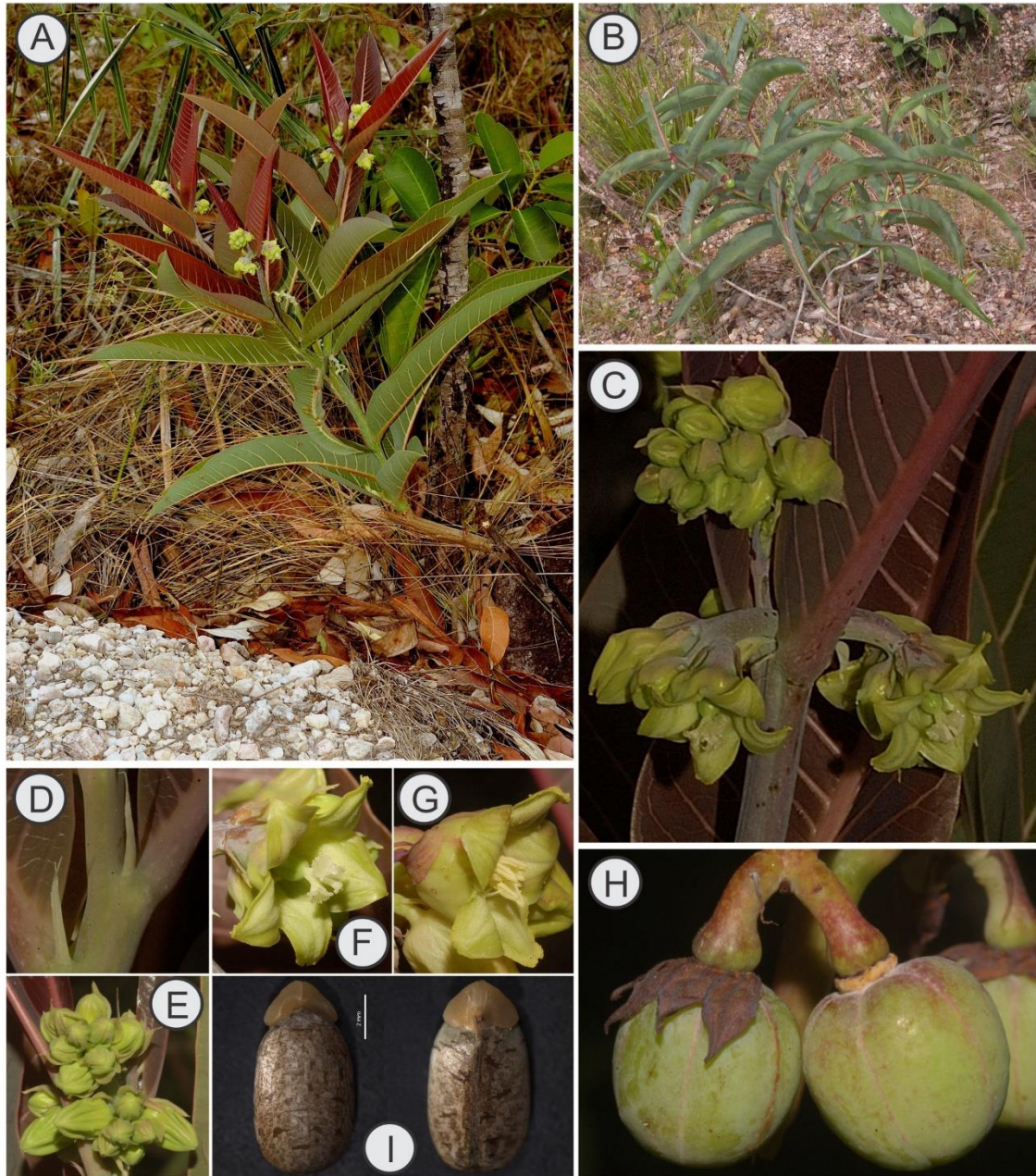


Fig. 6. *Manihot robusta*. A. Habit, young plant; B. Habit, mature plant; C. Inflorescence; D. Stipules; E. Immature inflorescence, with detail of bracts; F. Pistillate flower; G. Staminal flower; H. Capsule; I. Seeds. [A-G, from type - *Mendoza* 4343; H-I, from *Mendoza* 4138].

Table 2. - Morphological differences between *M. robusta* and *M. attenuata*.

	<i>M. robusta</i>	<i>M. attenuata</i>
Habit	Erect and robust, 40–70 cm high.	Basal dense rosette, 15–30 cm high.
Leaves, secondary venation	Moderately numerous (less 30) forming a 40–50° angle in relation to primary veins.	Numerous (50–60) veins forming a 80–90° angle in relation to primary ones.
Inflorescence	Upper part, formed by 3–4 racemes	Basal, in solitary raceme
Bracts	Oval-lanceolate, 7–9 mm long, apex acuminate-attenuate	Linear to linear-lanceolate, 4–5 mm long, apex attenuate
Pistillate flowers	Gamotepalous, yellow to greenish - yellow	Dialitpalous, reddish to violet-pruinose

Discussion: *Manihot robusta* is distinguished by the erect and robust habit, ca 40–70 cm high, by leaves with 30 secondary veins forming 40–50° angle in relation to primaries; inflorescence upper part formed by 3–4 racemes; bracts oval-lanceolate, 7–9 mm long; yellow to green-yellowish flowers. *Manihot robusta* is morphologically similar to *M. attenuata*, which shares unilobate leaves, lamina attenuate >15 cm long and >3 cm wide, bracts and bracteoles entire. *Manihot attenuata* differs from *M. robusta* by rosete habit, ca 15–30 cm; by leaf venation with 50–60 secondary veins forming a 80–90° angle in relation to primary venation, inflorescence basal in solitary raceme; flowers reddish to violet-pruinose (Table 2).

Acknowledgments

We thank the support of Department of

Botany, University of Brasília and Embrapa Genetic Resources and Biotechnology by made possible professional training and accommodation. John Wood helped with the revision of the Latin diagnoses. Gratefully to CNPq project (457438/2012-6 - RPB/Cerrado 8) for support of this research that made possible field studies of the taxa here described, a ICMBio permission for collecting in the Chapada dos Veadeiros National Park (authorization n. 42461-3). To Darly Nuza, by elaboration of the line illustrations. The first author acknowledge CAPES scholarship (n° 702643541-84).

Literatura citada

- Cavalcanti, T. B.** 2007. Novas espécies em *Diplusodon* Pohl (Lythraceae) do Planalto Central e Minas Gerais, Brasil. Acta Botanica Brasílica, 21: 1-10.
- Cavalcanti, T. B.** 2011. New taxa in *Diplusodon* (Lythraceae) from Brazil. Phytotaxa, 38: 29-35.

- Chaves, E. & L. H. Soares-Silva.** 2012. Floristic survey of the herbaceous-shrub layer of a gallery forest in Alto Paraíso de Goiás - GO, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 55(5): 715-724.
- Munhoz, C. B. R. & J. M. Felfili.** 2006. Floristics of the herbaceous and subshrub layer of a moist grassland in the Cerrado Biosphere Reserve (Alto Paraíso de Goiás), Brasil. *Edinburgh Journal of Botany* 63: 343-354.
- Munhoz, C. B. R. & C. Proença.** 1998. Composição florística do Município de Alto Paraíso de Goiás na Chapada dos Veadeiros. *Boletim do herbário exéquias Paulo Heringer* 3: 102-150.
- Noblick, R. L. & H. Lorenzi.** 2010. News Syagrus Species from Brazil. *Palms* 54(1): 18-42.
- Pastore, B.; J. F. & R. Mervyn Harley.** 2009. *Polygala taciaeanae* (Polygalaceae), a new endemic species from Chapada dos Veadeiros region, Goiás state, Brazil. *Kew Bulletin* 64(4): 705-708.
- Rogers, D. J. & S. G. Appan.** 1973. *Manihot*, *Manihotoides* (Euphorbiaceae). *Flora Neotropica Monograph* 13: 1-272.
- Silva, M. J.** 2014a. *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae s.s.) na Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brasil. XI Congresso Latino Americano de Botânica, 18 a 24 de outubro de 2014 - Salvador - Bahia - Brasil (Resumo).
- Silva, M. J.** 2014b. *Manihot veadeirensis* (Euphorbiaceae s.s.): a new species from the Brazilian Cerrado, Brazil. *Systematic Botany* 39(4): 1161-1165.
- Silva, M. J.** 2015. *Manihot appanii* (Euphorbiaceae s.s.): a new species from the Brazil, and a key to the species with unlobed or very shortly lobed leaves. *Systematic Botany* 40(1): 168-173.
- Silva, M. J. & A. O. Souza.** 2014. A new species of the genus *Chamaecrista* (Leguminosae, Caesalpinioideae) from the Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brazil. *Phytotaxa* 174(3): 53-57.
- Silva, M. J.; R. Sodr e & L. C. Almeida.** 2013. A new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae s. str.) from the Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brazil. *Phytotaxa* 131(1): 53-57.
- Silva, M. J. & R. Sodr e.** 2014. A dwarf species of *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae s. s.) from the Highlands of Goiás, Brazil. *Systematic Botany* 39(1): 222-226.
- Souza B. & C. Petean.** 2011. A new species of *Utricularia* (Lentibulariaceae) from Chapada dos Veadeiros (Central Brazil). *Systematic Botany* 36(2): 465-469.
- Simon, M. F. & C. Proença.** 2000. Phytogeographic patterns of *Mimosa* (Mimosoideae, Leguminosae) in the Cerrado Biome of Brazil: an indicator genus of high-altitude centers of endemism? *Biological Conservation* 96: 279-296.
- Simon, M. F. & M. Amaral.** 2003. *Mimosa splendida* Barneby (Mimosoideae, Leguminosae) rediscovered in Central Brazil: preliminary studies for conservation of a rare species. *Revista Brasileira de Botânica* 26 (1): 93-96.

Three New Endemic Species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Central Brazil

Três Novas espécies Endêmicas de *Manihot* (Euphorbiaceae) do Brasil Central

Tres Nuevas Especies Endémicas de *Manihot* (Euphorbiaceae) del Brasil Central

J. Moises Mendoza F.¹

¹Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, Caixa postal 04457, CEP 70904-970, Brasília, DF, Brasil. Corresponding author, email: mmendoza52@yahoo.com

Taciana B. Cavalcanti²

²Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa postal 02372. CEP 70770-900, Brasília, DF, Brasil. taciana.cavalcanti@embrapa.br

Abstract

Three new species, endemic to the savannas from Central Brazil, *Manihot erecta*, *Manihot glauca* and *Manihot inflexa*, are described and illustrated. Comments on the characteristics of the new species, its relations with the most closely related species, as well as comments on ecological aspects are also provided.

Key Words: Cerrado Biome, highlands *Manihot*, taxonomy.

Resumo

Três novas espécies endêmicas das Savanas do Brasil Central, *Manihot erecta*, *Manihot glauca* e *Manihot inflexa*, são descritas e ilustradas. Comentários sobre as características das novas espécies, e sua relação com as espécies mais relacionadas, assim como comentários sobre aspectos ecológicos, são apresentados.

Palavras-chave: Bioma Cerrado, *Manihot*, terras altas, Taxonomia.

Resumen

Tres nuevas especies endémicas de las Sabanas del Brasil Central, *Manihot erecta*, *Manihot glauca* y *Manihot inflexa*, son descritas e ilustradas. Comentarios sobre las características de las nuevas especies, su relación con las especies más relacionadas, así como comentarios sobre aspectos ecológicos, son presentados.

Palabras clave: Bioma Cerrado, *Manihot*, tierras altas, Taxonomía.

Introduction

The American genus *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae) is composed of trees, shrubs to perennial subshrubs, characterized by pistillate and staminate flowers with a single perianth whorl (absence of differentiated sepals and petals). It consists of 109 Neotropical species (Mendoza 2014) and a high level of endemism in the Cerrado biome from Brazil and Bolivia. The primary center of diversity of *Manihot* is located in the Cerrado of Central Brazil (Rogers & Appan 1973). In Brazil, *Manihot* is represented by 76 species (Cordeiro et al. 2015), found mainly in dry, rocky habitats, and fields in the cerrado and in the dry forest areas of inner continent.

Manihot was described by Miller (1754). Over time, several authors have described new species from Brazil, especially Pohl (1827), Müller (1866, 1874) and Pax (1910). The work of Rogers & Appan (1973) was the most complete treatment of *Manihot* and forms the basis of all taxonomic work that followed. These authors recognized 98 species in the Neotropical region, of which 80 were found in Brazil. 37 species of *Manihot* are registered for the Cerrado of which 20 are endemic (Rogers & Appan 1973).

With the recent advancement of botanical research, other species have been described by Allem (1989, 1999), who added five new species; Nassar (1985) and Nassar et al. (2011), who added two new species; Martins et al. (2011, 2014, 2015), and Martins & Ledo (2015), who added four species; Silva et al. (2013), Silva & Sodré (2014) and Silva (2014, 2015a, 2015b), who in total added six new species. Together with the three new species here proposed, this brings the total to 100 for the Flora of Brazil, an addition of twenty new specie

-since Rogers & Appan (1973) revision. And the species number accepted by Rogers & Appan (1973), in general, is growing considerably and showing the importance of the Cerrado ecosystem in the processes of evolution and speciation in *Manihot*. The new species here presented were collected during the taxonomic and phylogenetic studies in progress on *Manihot* from the Cerrado Biome.

Material and methods

The species here described are based on their morphological differences, after the examination of specimens deposited in herbaria: BHCN, CEN, ESA, HRCB, K, LPB, MBM, MG, MO, NY, R, RB, SP, SPF, UEC, UFG, UB, USZ and by several *in situ* observations of populations for each species made between February 2013 and April 2015. Line drawings based on type specimens (made by Darli Nuza) and photographic plates containing images of live plants highlighting diagnostic features of each species are provided.

Taxonomic treatment

Manihot erecta M. Mend. & T.B. Cavalc. *sp. nov.* (Fig. 1, 2)

Type: Brazil. Goiás: Uruaçu, Rod. GO-237, ca 37,2 km para Niquelândia e 6,5 km na estrada para fazenda Avião, ingressando pelo lado do Calcário Uruaçu, 14°32'54,8"S, 48°49'30,7"W, 840 m, 03-III-2015, *M. Mendoza, A.A. Santos & T. Reis 4806* (holotype: CEN!; isotypes: G!, HRCB!, HUEFS!, K!, LPB!, MO!, NY!, RB!, SP!, UB!, USZ!, K!).

Specie nova Manihot strictae Baill. affinis, sed distincta habitu strictu erecta, ca. 1–1.5 m alta, ramis basalis nuli et supra raro presente (non 0.4–0.6 m alta, ramosissimo basi et supra), foliis in dense rosete et disperse vel sparce in caulis -

-(non dispersis in tute cauliis et ramis), inflorescentiis 3–4 spicis et multiflora, 10–15 floriis (non uni-spicis nec pauciflora, 5–9).

Erect shrub, 1–1.5 m high, with a central stem strictly erect arising from a woody base, rarely 2 stems; branching absent, or rare and strictly after inflorescence, when present on top. Leaves not peltate, sessile to subsessile, spirally alternate, usually giving it the appearance of a dense rosette at base, gradually reduced and dispersed on upper part, glabrous on both surfaces; stipules caducous, setaceous, linear-lanceolate, 1–1.5 mm long, margin entire and apex acute, glabrous; petioles canaliculate in adaxial face, reduced, ≤ 0.5 mm long; lamina subcoriaceous, not lobate, linear-lanceolate, (8–) 20–30 (–35) \times 0.5–1 (–1.2) cm; base attenuate, margin entire, apex attenuate, glabrous; venation camptodromous, primary veins strongly prominent abaxially. Inflorescences multiflorous, apical, median to large, 8–25 (–30) cm long, formed by one long central spike and 2–5 reduced lateral spikes, all arising from the same point, 10–15 flowers each; bracts and bracteoles early caducous; bracts oval-lanceolate, 2–3 \times 0.5–1 mm, margin entire, apex attenuate, glabrous; bracteoles reduced.

Flowers sessile, subsessile or pedicellate, glabrous on outer surface and pubescent on inner surface, yellowish to green-yellow, sometimes (near the apex) with a slight dark-red tinge externally; pedicels absent or ≤ 0.5 mm long on staminate flowers, 5–8 mm long on pistillate flowers; staminate flowers short-campanulate, 7–8 \times 4–5 mm, tube 3–4 mm long, tepal lobe opened to reflexed, 3–4 mm long, apex acute and mucronate, anthers pubescent (in connective and apex); pistillate flowers dialitepalous, strongly opened, 8–10 \times 7

–9 mm; tepals reflexed in median part, apex acute; stigma yellowish white. Capsule shot-cylindrical, 1–1.1 \times 0.9–1 cm, pale green; fine whitish lines replacing ribs. Seeds elliptic, 6–7 \times 3.5–4 mm, grayish; caruncle moderately prominent, square-form, apex truncate.

Additional specimens examined—BRAZIL. Goiás: Alto Paraíso, estrada para o Vale da Lua, ca. 3 km da estrada para o parque, 14°10'25"S, 47°47'04"W, 1010 m, 23-I-2005, *J. Paula-Sousa, A.R. Duarte, J.G. Rando & R. Tsuji 4484* (SP); ingresso ao Vale da Lua, ca. 1,75 km da GO-239 pela estrada de terra, 14°10'20,10"S, 47°46'45,31"W, 1013 m, 04-III-2015, *M. Mendoza, A.A. Santos & T. Reis 4826* (CEN, K, MO, NY, RB, USZ); Niquelândia, 26 km após a ponte sobre o rio Tocantinzinho, sentido Colinas do Sul-Niquelândia, 17-XII-1999, *A. Amaral-Santos et al. 618* (CEN); Bucaina, 19-I-1992, *G.G. Hatschbach et al. 56239* (CEN, MBM); Lado direito da estrada de terra para Barro Alto, sentido Barro Alto, 7 km após a entrada, 14°34'S, 48°41'W, 30-XI-1999, *S.M. Verboonen 140* (CEN); Rod. GO-237, ca. 28 km saindo de Niquelândia para Uruaçu e ca. 7 km na GO-080 (esquerda na estrada de terra), lado direito da estrada, 14°34'020"S, 48°42'087"W, 980 m, 26-II-2014, *M. Mendoza, A. Santos & T. Reis 4160* (CEN, USZ). Uruaçu, Rod. GO-237, ca. 37,2 km de Uruaçu para Niquelândia e 6,5 km na estrada de terra, que entra lado do Calcário Uruaçu, 14°32'548"S, 48°49'307"W, 840 m, 26-II-2014, *M. Mendoza, A.A. Santos & T. Reis 4164* (CEN, HUEFS, K, MO, NY, USZ).

Distribution and ecology—Endemic species from Goiás state. It has been collected in the municipalities of Alto Paraíso, Niquelândia and Uruaçu, growing in relatively well preserved-

-area to 800-1000 m elevation. The species grows in cerrado ralo, cerrado *stricto sensu* and transition areas between these types of vegetation, usually on stony soil.

Phenology—It was collected with flower in December and fruit in February to March.

Etymology—The specific epithet alludes to erect habit of the plant, with strictly erect central stems.

Discussion—*Manihot erecta*, is characterized by strictly erect habit of 1–1.5 m tall and branching absent or rare; by leaves with appearance of a basal dense rosette and dispersed leaves in upper part; by the inflorescence composed of one long central spike and 2–5 reduced lateral spikes with 10–15 flowers each; and by bracts ovate-lanceolate and attenuate apex. *Manihot erecta* is morphologically similar to *M. stricta* because they share type of inflorescence, spike-like, flowers subsessile and lamina unilobate, linear-lanceolate. *Manihot stricta* differs by caespitose form habit of 40–60 cm tall and strong branching; by leaves distributed around the stems and branches; by the inflorescence in solitary spike or rarely with one reduced secondary spike with 5–9 flowers each; and by the linear-lanceolate bracts with acute apex (Table 1).

Manihot glauca M. Mend. & T.B. Cavalc. *sp. nov.* (Fig. 3, 4).

Type: Brazil. Goiás: Uruaçu, Rod. GO-237, ca. 11,2 km de Uruaçu para Niquelândia e entrando 150 m por estrada de terra paralela ao caminho asfaltado, 14°32'58"S, 49°03'03"W, 840 m, 26-II-2014, M. Mendoza, A.A. Santos & T. Reis 4166 (holotype: CEN!; isotypes: G!, HRCB!, HUEFS!, K!, LPB!, MO!, NY!, RB!-

-SP!, UB!, USZ!).

Specie nova affine Manihot salicifoliae Pohl, sed ab ea foliis foliaceis vel membranosis (non semi-coriaceis), laminis lanceolatis vel lineal-lanceolatis, semper <2 cm lata (non eliptic vel ovatis, 2.5–3.5 latis), caruncula apex biloba (non integra) differt.

Erect shrub, 1–1.8 m high, with numerous erect to ascending stems arising from a woody base (5–10 stems); branching abundant from the base to up; branches usually dichotomous or rarely trichotomous. Leaves not peltate, sessile to subsessile, alternate and regularly distributed in the stem, glabrous on both surfaces, green-glaucous adaxially and totally glaucous abaxially; stipules caducous, setaceous, linear-lanceolate, 2–3 mm long, margin entire, glabrous; petioles canaliculate on adaxial face, reduced, ≤0.5 mm long; lamina membranaceous, not lobate, lanceolate to linear-lanceolate, (5-)8–12(15) × 1–1.7(-2) cm; base acute, margin entire, apex acute and mucronate, glabrous; venation camptodromous, primary veins prominent abaxially; tertiary veins forming disarranged reticulum (not rectangular) between secondary veins. Inflorescences pauciflorous and usually apical, small to medium, 2–6(-11) cm long, formed by a solitary staminate raceme with 5–10 flowers and 1–2 single pistillate flowers, all arising from a common base; bracts and bracteoles persistent; bracts oval-lanceolate, 8–15 × 3–5 mm, margin entire or sometimes finely dentate, apex acuminate-attenuate, glabrous; bracteoles setaceous, linear-lanceolate, reduced, 2–3 mm long.

Flowers pedicellate, glabrous on outer surface and dispersed simple hairs on inner surface, white to yellowish white; pedicels 2–3-

Table 1. – Morphological differences between *M. erecta* with relation to *M. stricta*, and *M. glauca* with *M. salicifolia*.

	<i>M. erecta</i>	<i>M. stricta</i>	<i>M. glauca</i>	<i>M. salicifolia</i>
Habit	Strictly erect shrub, ca. 1–1.5 m tall.	Strongly decumbent subshrub, ca. 40–60 cm tall.	Erect to ascending shrub, 1–1.8 m tall.	Ascending subshrub, ca. 0.5–0.7 m tall.
Branches	Absent at base, moderate and strictly in upper part, if present, after inflorescence.	Dense branching from near to base (5–15 cm up), before and after inflorescence.	Abundant from the base to up, before and after inflorescence.	Moderate, from near to base, before and after inflorescence.
Leaves	Dense rosette at base, gradually reduced, dispersed to sporadic on upper part.	Alternate and dispersed in all stems and branches.	Alternate and regularly distributed in the stem	Alternate and regularly distributed in the stem.
Lamina	Subcoriaceous, linear-lanceolate, 0.5–1 cm wide.	Membranaceous, linear, ca 0.5 cm wide.	Membranaceous, lanceolate to linear-lanceolate, <2 cm wide.	Subcoriaceous, widely elliptic to ovate, 2.5–3.5 cm wide.
Inflorescence	One long central spike and 2–3 reduced lateral spikes, 10–15 flowers each.	One solitary spike or rarely with one reduced secondary spike, 5–9 flowers.	A solitary raceme and 1–2 single female flowers from common base, 5–10 flowers.	A solitary raceme and 1–2 single female flowers from common base, 5–12 flowers.
Pedicels	Absent or =0.5 mm long on staminate flowers.	Absent or =0.5 long on staminate flowers.	2–3 mm long on staminate flowers.	3–5 mm long on staminate flowers.
Bracts	Semifoliaceous, 2–3 mm long.	Setaceous, less than 5 mm long.	Foliaceous, 8–15 mm long.	Semifoliaceous, <10 mm long.
Caruncle	Moderately prominent, square-form, apex truncate.	Not prominent, apex entire.	Prominent, apex bilobed.	Slowly prominent, apex entire.

-mm long on staminate flowers, 6–12(-35) mm long on pistillate flowers; staminate flowers long-campanulate, 11–15 × 5–6 mm, tube 9–11 mm long, tepal lobe scarcely opening (not reflexed), 3–4 mm long, apex acute; pistillate flowers dialitepalous, strongly opened, 1–11 × 10–15 mm, tepals reflexed at base, apex acute-attenuate; stigma white. Capsule short-cylindrical, 1–1.2 × 0.9–1 cm, pale green and glaucous with fine white lines replacing ribs. Seeds elliptic, 7–8 × 4–5 mm, brownish, caruncle prominent, and apex bilobed.

Additional specimens examined—BRAZIL. Goiás: Campinaçu, Assentamento sem-terra da Palmerinha, 14°00'16,4"S, 48°37'38,9"W, 589 m, 04-I-2015, J.E.Q. Faria 4335 CEN, HUEG, RB, UB); Estrada Campinaçu - Niquelândia, 21 km após o rio Maranhão -

- Niquelândia-Campinaçu, 14°15'S, 48°39'W, 610 m, 22-VII-1987, W.L. Werneck 744 (CEN). Niquelândia, Estrada Niquelândia-Uruaçu, ca. 25 km de Uruaçu, 14°30'S, 48°57'W, 510 m, 12-IX-1998, V.C. Souza 21566 (ESA). Uruaçu, Km 14 GO-236 Uruaçu – Niquelândia, 14°31'S, 49°01'W, 300 m, 17-III-1982, A. Allem *et al.* 2813 (CEN); 16 km ao Leste de Uruaçu, ao longo da rodovia GO-237, rumo a Niquelândia, 14°30'S, 48°57'W, 510 m, 03-III-1986, A. Allem & W.L. Werneck 3462 (CEN); km 17 GO-236 Uruaçu – Niquelândia, 14°31'S, 48°59'W, 300 m, 17-III-1982, A. Allem *et al.* 2816 (CEN); Estrada para Ponte Alta, 9 km após a entrada, lado direito, próximo à entrada da Fazenda Cel. da Mata, 14°30'50"S, 49°53'00"W, 01-X-1999, S.M. Verboonen *et al.* 153 (CEN); km 155 GO-236, Uruaçu –

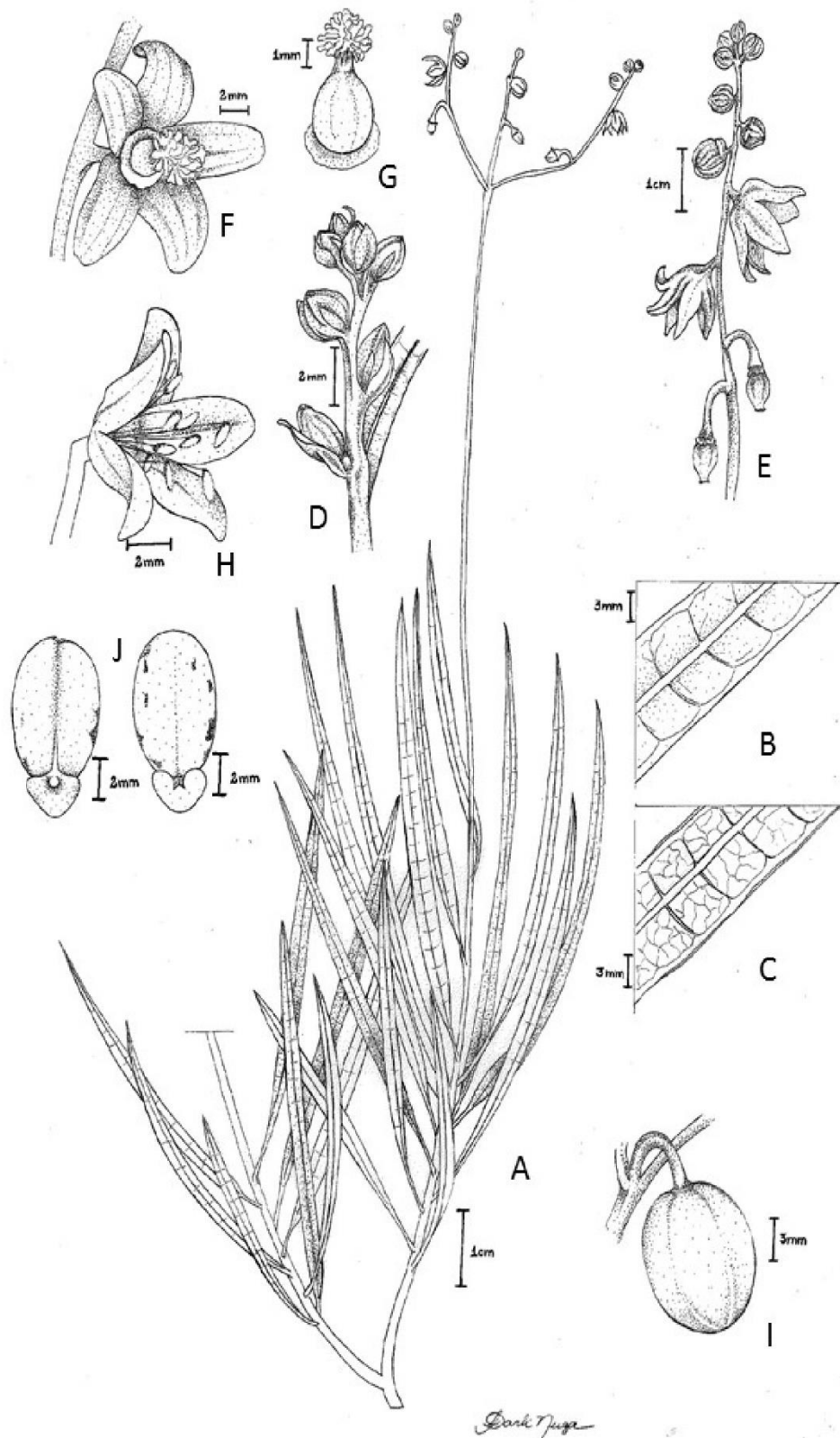


Figura 1: *Manihot erecta*. **A)** Branch fertile. **B)** Leaf venation detail, adaxial surface. **C)** Leaf venation detail, abaxial surface. **D)** Inflorescence immature, with detail of the bracts. **E)** Inflorescence. **F)** Pistillate flower. **G)** Ovary and pistil. **H)** Staminate flower. **I)** Capsule. **J)** Seeds. [A, B, C, E, F, G, H, I, from Mendoza 4164; D, from Mendoza 4160; J, from Mendoza 4806].

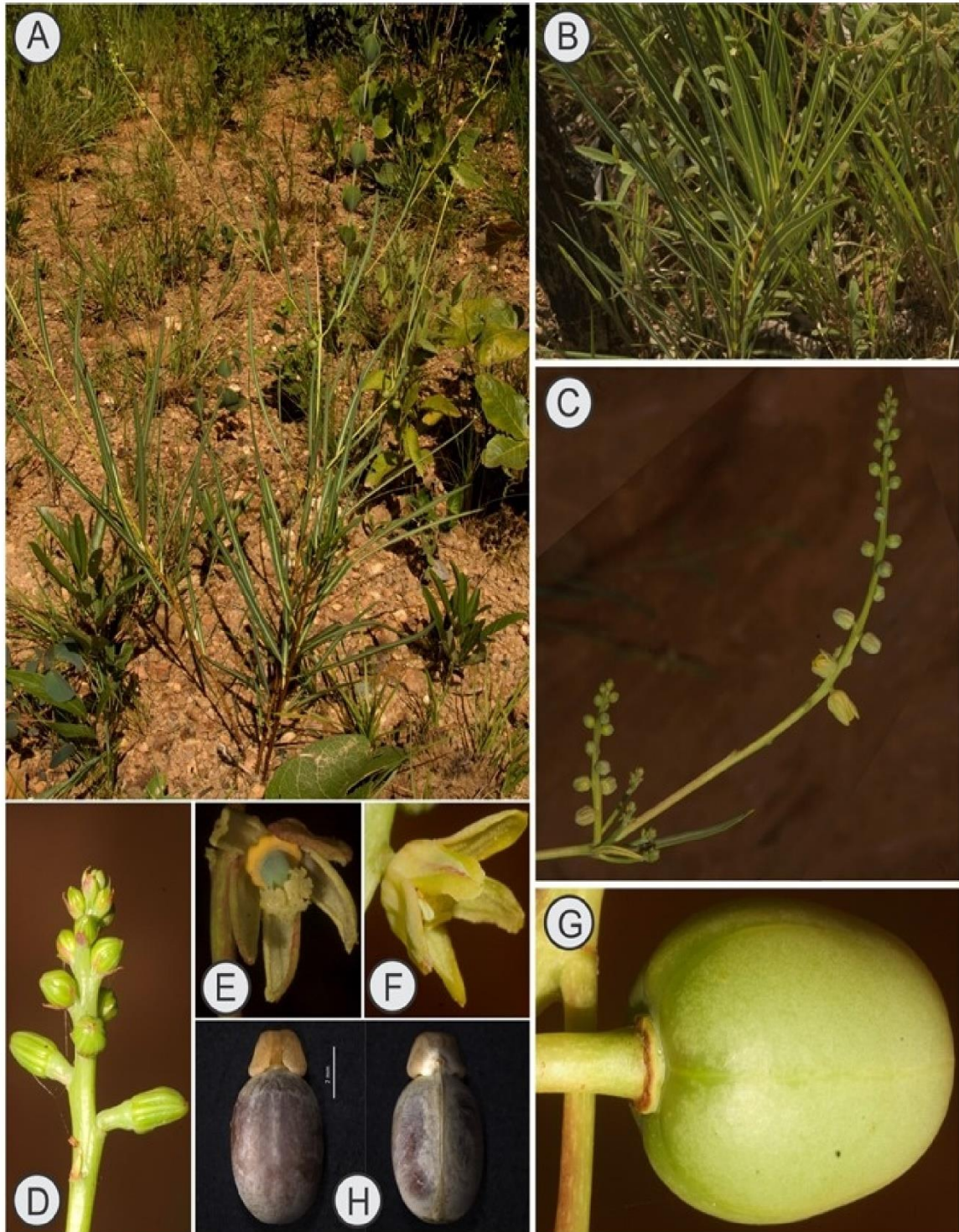


Figura 2: *Manihot erecta*. **A)** Habit. **B)** Branch sterile, with leaves in rosette. **C)** Inflorescence. **D)** Inflorescence immature, with detail of the bracts. **E)** Pistillate flower. **F)** Staminate flower. **G)** Capsule. **H)** Seeds. [A-H, from Type - Mendoza 4806].

-para Niquelândia e entrando 150 m por estrada de terra paralela ao caminho asfaltado, 14°32'58"S, 49°03'03"W, 840 m, 03-III-2015, *M. Mendoza, A.A. Santos & T. Reis 4805* (CEN, K, MO, NY, USZ).

Distribution and ecology—Endemic species from Goiás state in Brazil. This species so far is known only in the municipalities of Campinaçu, Niquelândia and Uruaçu, where it grows in well-preserved vegetation fragments, in areas between mountain valleys and flat ridges from 300 to 850 m elevation. This species grows in relatively open habitats or under shady trees of Cerrado vegetation, and sandy soil.

Phenology—It was collected in flower and fruit from October to March.

Etymology—The specific epithet is derived from the distinctive glaucous-green colour in all parts of the plant, in fresh material, most evident on the abaxial surface of leaves.

Discussion—*Manihot glauca* is distinguished by leaves membranaceous, lanceolate to linear-lanceolate, never more than 2 cm wide; by caruncle with bilobed apex; by tertiary veins in disorganized reticulum (not rectangular) between secondary veins. *Manihot glauca* is morphologically similar to *Manihot salicifolia* with which it shares inflorescence with laminar bracts, flowers subsessile or with petioles <0.5 mm long and unilobate leaves. *Manihot salicifolia* differs from *Manihot glauca* by semi-coriaceous and broadly elliptic to oval leaves, 2.5–3.5 cm wide; by caruncle entire at apex; and by tertiary veins forming an evident reticulum with well-defined rectangular areas between secondary veins (Table 1).

Manihot inflexa M. Mend. & T.B. Cavalc. *sp. nov.* (Fig. 5, 6).

Type: Brazil. Goiás: Cavalcante, GO-118,

-ca. 22,5 km de Teresina para Alto Paraíso de Goiás, entrando 150 m da estrada (encosta lado esquerdo), 13°52'51"S, 47°20'00"W, 1147 m, 11-II-2014, *M. Mendoza, T. Reis & A.A. Santos 4131* (holotype: CEN!; isotypes: G!, HUEFS!, K!, LPB!, MO!, NY!, RB!, SP!, UB!, USZ!).

Specie nova affine Manihot irwinii D.J. Rogers & Appan sed differ inflorescence spiciformis, floris masculis brevipedicellatis 0.5–1 mm longis (non evidenter racemis nec longi pedicellatis, 5–8 mm), bracteis floris masculis breviter 3–5 mm longis (non excedentis, 7–15 mm longis), fructis subglobosis (non conica).

Erect shrub, 1–1.8 m high, with 1–3 stems erect or rarely decumbent arising from a woody base, branching moderate; branches 1–2, erect and dichotomous, always after inflorescence. Leaves not peltate, petiolate, alternate, glabrous on both surfaces, strongly inflexed and appearing falcate from the side; stipules caducous, setaceous, lanceolate, 1.5–2.5 mm long, margin entire, apex acute and pubescent; petioles like robust, cylindrical (1.2-) 3–8 (-13.5) cm long; lamina membranaceous, base cordate, strictly 3-lobed, lobes strongly overlapping at sinus; central lobes orbicular-obovate, (1.8-) 3.5–7 (-9.3) × (1.5-) 3.3–7 (-8.5) cm; margin entire, apex truncate and mucronate; primary veins strongly prominent abaxially, secondary veins evident on both faces; lateral lobes usually reduced and symmetric in the base. Inflorescences generally apical, reduced, 3–9 cm long, consisting of one long central spike-form raceme (rarely with one small branching) and 2–3 short lateral spike-form racemes, all arising from the same point; bracts and bracteoles not early caducous; bracts triangular-lanceolate, 3–5 × 1–2 mm, margin entire, apex acute and pubescent; bracteoles reduced. Flowers pedicellate, glabrous on outer-

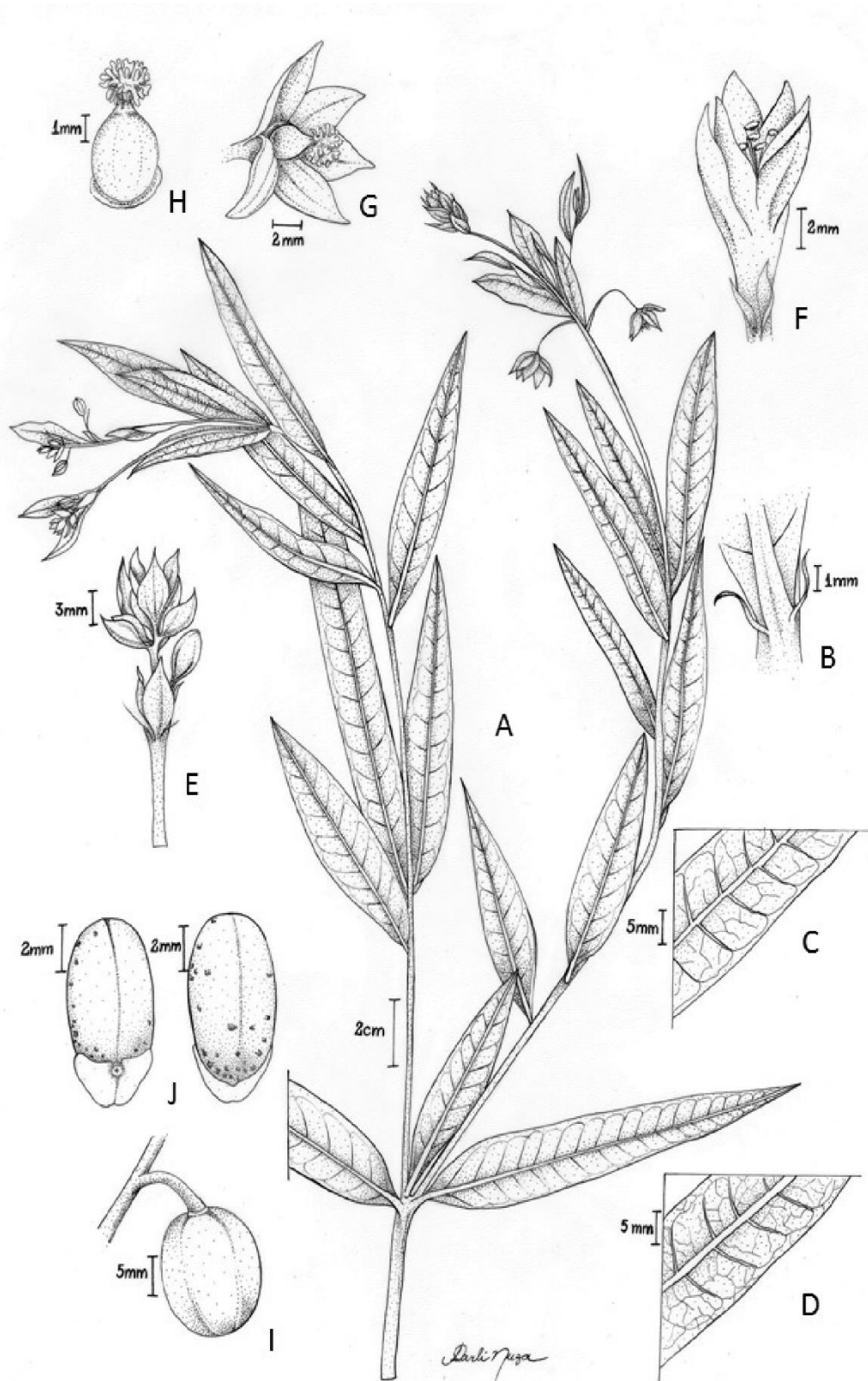


Figura 3: *Manihot glauca*. A) Branch fertile. B) Stipules. C) Leaf venation detail, adaxial surface. D) Leaf venation detail, abaxial surface. E) Inflorescence. F) Staminate flower. G) Pistillate flowers. H) Ovary and pistil. I) Capsule. J) Seeds. [A-J, from Type - Mendoza 4166].

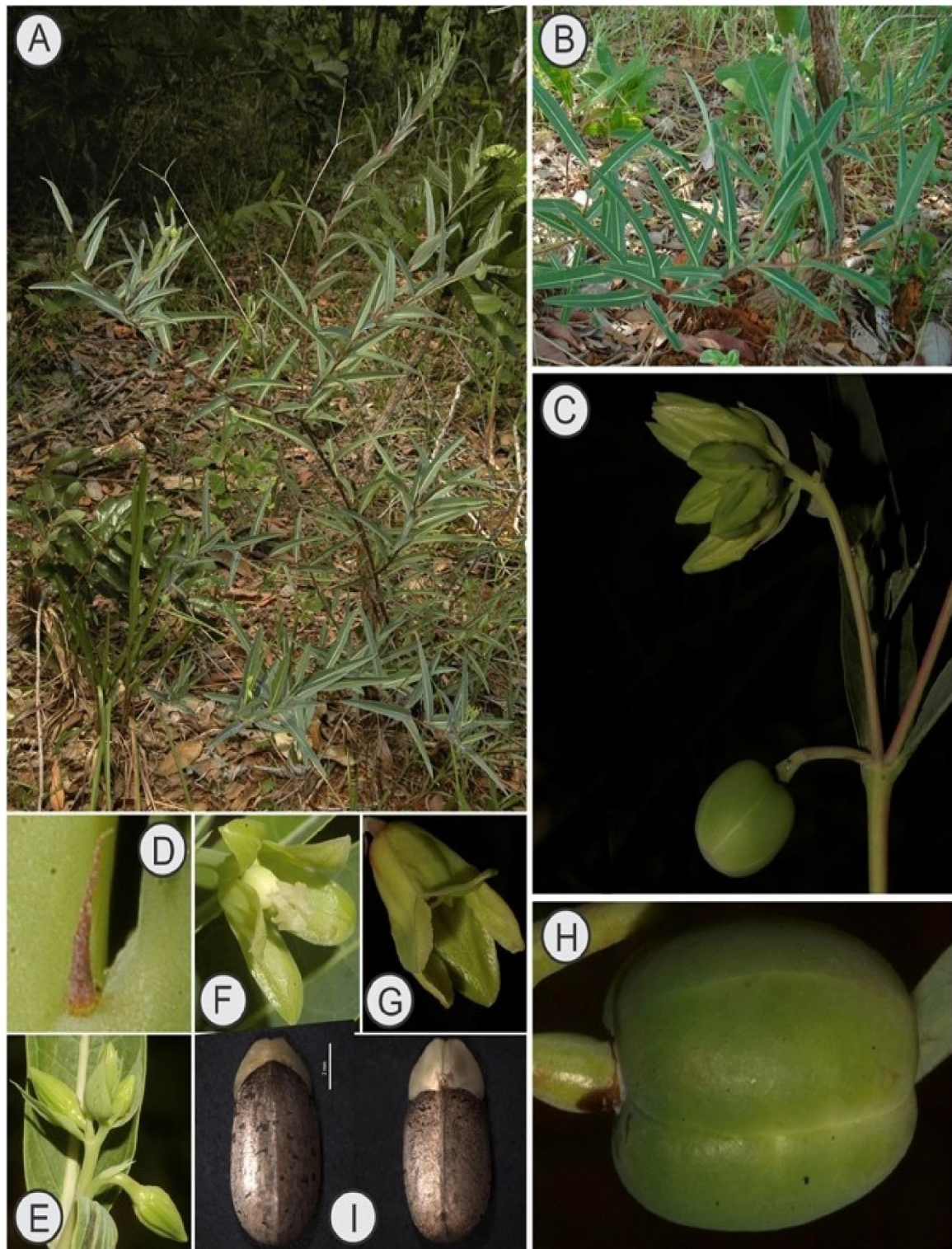


Figura 4: *Manihot glauca*. **A)** Habit. **B)** Branch sterile. **C)** Inflorescence. **D)** Stipule. **E)** Inflorescence immature, with detail of the bracts. **F)** Pistillate flower. **G)** Staminate flower. **H)** Capsule. **I)** Seeds. [A-I, from Type - Mendoza 4166].

-surface and pubescent on inner surface (most evident on the tepal apex), pale greenish or yellow-green, glaucous when in bud; pedicels 0.5–1 mm long on staminate flowers, 3–5 mm long on pistillate flowers; staminate flowers short-campanulate 5–7 × 4–5 mm, tube 3–4 mm long, tepal lobe reflexed, 2–3 mm long, apex acute; pistillate flowers dialitepalous, subglobose, scarcely opening, 7–8 × 6–7 cm, tepals straight (never reflexed), apex acute; stigmas cream or yellow-green. Capsule subglobose, 10–11 × 9–10 mm, smooth, glaucous-green; ribs mildly prominent. Seeds elliptic, 7–8 (-1.1) × 4–5 mm, grayish; caruncle moderately prominent, cordate in ventral side.

Additional specimens examined—BRAZIL. Goiás: Alto Paraíso, Chapada dos Veadeiros, 18-III-1976, *J. Semir* 2592 (MBM); Estrada Alto Paraíso de Goiás a Campos Belos, km 41, 28-XI-1976, *G.J. Shepherd et al.* 3742 (MBM); Estrada GO-118, rumo a Cavalcante e a 22 km de Alto Paraíso, 14°03'S, 47°31'W, 1160 m, 30-III-1988, *I.R.S. Costa, R. Chave & W.L. Werneck* 26 (CEN); Rod. GO-118, 15-20 km ao norte de Alto Paraíso, 13-II-1990, *G.G. Hatschbach* 53936 (CEN). Cavalcante, 13 km E Cavalcante, rumo ao distrito de Teresina, para desembocar GO-118, 13°38'S, 47°20'W, 1400 m, 27-IV-1982, *A.C. Allem, G. Vieira & W.L. Werneck* 2851 (CEN); 38 km NE de Alto Paraíso ao longo da rodovia GO-118, rumo a Cavalcante, 13°50'S, 47°20'W, 1230 m, 11-XII-1986, *A.C. Allem, G.L. Webster & J.N. Silveira* 3663 (CEN); 39 km N de Alto Paraíso, 19-II-1981, *N. Nagib* [*N. Nassar*] 1 (UB); *Ibid.*, *N. Nagib* [*N. Nassar*] 3 (UB); 39 km NE de Alto Paraíso ao longo da rodovia GO-118, rumo a Cavalcante, 13°50'S, 47°20'W, 1230 m, 28-V-

-1993, *A.C. Allem, M. Bonierbale & S.K. Hahn* 4092 (CEN); 39,4 km NE de Alto Paraíso, ao longo da rodovia GO-118, rumo a Teresina; um pouco antes de curva fechada à esquerda com declive acentuado, 13°50'S, 47°20'W, 1230 m, 11-I-1995, *A.C. Allem & V.S. Silva* 4379 (CEN); *ibid.*, *A.C. Allem & V.S. Silva* 4380 (CEN); 40 km a Nordeste de Alto Paraíso ao longo da rodovia GO-118, rumo a Cavalcante, 13°53'S, 47°27'W, 1160 m, 5-V-1986, *A.C. Allem & W.L. Werneck* 3479 (CEN); GO-118, ca. 11,5 km da cidade de Teresina para Alto Paraíso, entrando 20-40 m lado direito, 13°47'20"S, 47°21'53"W, 865 m, 11-II-2014, *M. Mendoza, T. Reis & A.A. Santos* 4125 (CEN, K, LPB, MO, NY, RB, UB, USZ); GO-118, ca. 25,7 km do trevo GO-241, sentido Alto Paraíso, e entrando, ca. 40 m à direita, 13°53'51"S, 47°21'35"W, 1241 m, 11-IV-2014, *M. Mendoza, T.S. Reis & A.A. Santos* 4287 (CEN, K, NY, LPB, RB, UB, USZ); GO-118, ca. 30,5 km do trevo GO-239, sentido Teresina, e 1,1 km à direita, subindo a encosta, 13°55'55"S, 47°25'44"W, 1543 m, 16-V-2015, *M. Mendoza, J.E.Q. Faria & D. Villaroel* 5015 (CEN, LPB, NY, UB, USZ); km 192 GO-118, Alto Paraíso-Cavalcante, 26 km N Alto Paraíso, 29-IV-1980, *A.C. Allem & G. Vieira* 2728 (CEN). Teresina de Goiás, GO-241, ca. 9,3 km do trevo GO-118, sentido Cavalcante, e entrando, ca. 30 m à direita, 13°47'20"S, 47°20'38"W, 838 m, 11-IV-2014, *M. Mendoza, T.S. Reis & A.A. Santos* 4285 (CEN, HUEFS, MO, LPB, USZ); Margem da BR-118, entre Teresina de Goiás e Alto Paraíso de Goiás, 13°55'38"S, 47°25'55"W, 1468 m, 5-VI-2010, *J.E.Q. Faria, D. Villaroel & E.B.A. Dias* 874 (CEN, UB).

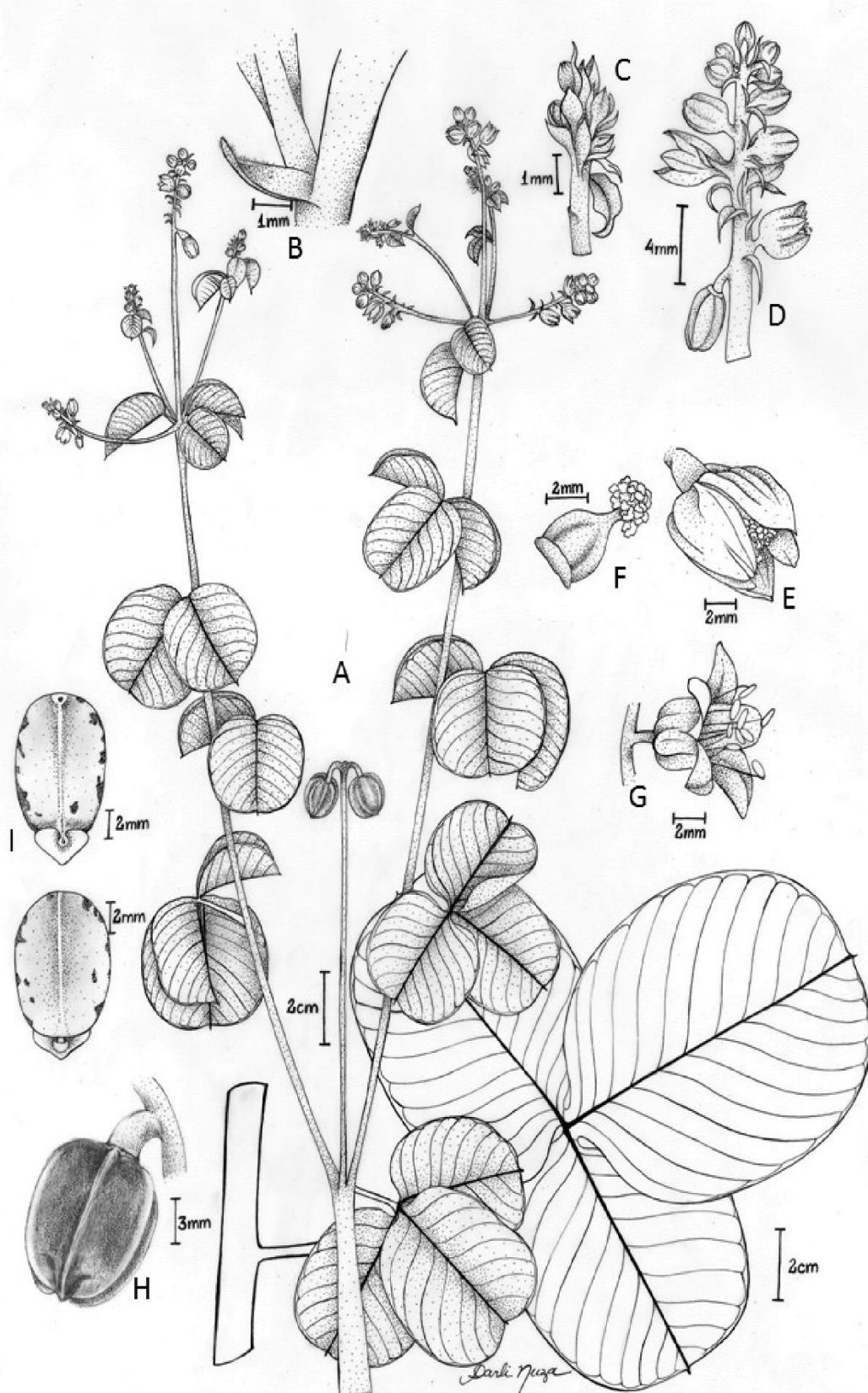


Figura 5: *Manibot inflexa*. A) Branch fertile. B) Stipules. C) Inflorescence immature, with detail of the bracts. D) Inflorescence. E) Pistillate flower. F) Ovary and pistil. G) Staminate flowers. H) Capsule. I) Seeds. [A-I, from Type - Mendoza 4131].

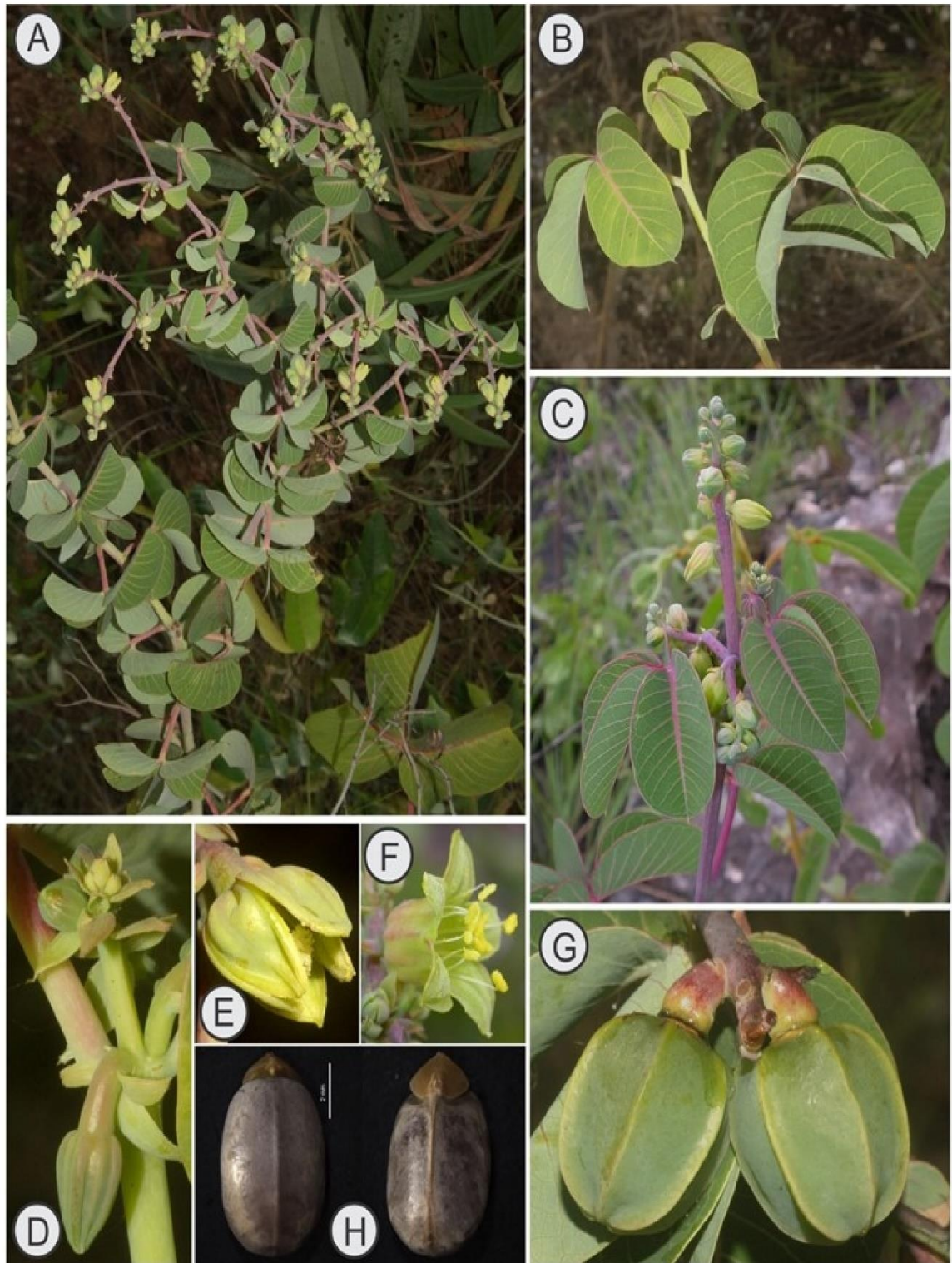


Figura 6: *Manihot inflexa*. A) Habit. B) Branch sterile. C) Inflorescence. D) Inflorescence immature, with detail of the bracts. E) Pistillate flower. F) Staminate flower. G) Capsule. H) Seeds. [A-H, from Type - Mendoza 4131].

Table 2. – Morphological differences between *M. inflexa* in relation to closely relative species *M. irwinii*.

	<i>M. inflexa</i>	<i>M. irwinii</i>
Leaves	Strictly 3-lobed (never unilobate).	3–5 lobed, unilobate at the inflorescence base.
Inflorescence	Spike-form.	Raceme.
Pedicels	0.5–1 mm long on staminate flowers.	5–8 mm long on staminate flowers.
Bracts	Triangular-lanceolate, 3–5 mm long, apex acute.	Linear-lanceolate, 7–15 mm long, apex attenuate.
Fruits	Subglobose.	Conical.

Distribution and ecology—Endemic to the state of Goiás. According to the specimens collected, this species is restricted to the municipalities of Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante and Teresina de Goiás, where it grows in well-preserved rocky outcrops, surrounded by cerrado grassland, campo rupestre, or campo limpo, in sandy soils, usually mountainous areas, at elevations 850–1500 m.

Phenology—It was collected in flower from November to February and in fruit from January to May.

Etymology—The specific epithet is derived from the leaves which are strongly inflexed, a character evident and characteristic in this species.

Discussion—*Manihot inflexa* is recognized by the presence of inflorescence spike-form with short pedicel of 0.5–1 mm long on staminate flowers; by bracts short, 3–5 mm long and apex acute; by fruits subglobose and by never having unilobate leaves. *Manihot inflexa* is morphologically near to *Manihot irwinii* due to green-glaucous plant colour, 3-lobate leaves with orbicular-obovate lobes. In contrast to *Manihot inflexa*, *M. irwinii* has as inflorescence a characteristic raceme with pedicel, 5–8 mm long on staminate flowers; bracts larger, 7–15 mm long and apex attenuate; fruits conical-

-capsules and usually unilobate leaves at the inflorescence base (Table 2).

Acknowledgements

The support of Department of Botany, University of Brasília and Embrapa Genetic Resources and Biotechnology by making possible professional training and accommodation. To John Wood, who helped with the revision of the Latin diagnoses. To CNPq project (457438/2012-6 - RPB Cerrado 8) for partial support of this research that made possible field studies of the taxa here described. The first author acknowledges CAPES grant (nº 702643541-84) and Marcelo Fragomeni Simon (Embrapa-Cenargen) for all collaboration during the preparing of this article.

Literature cited

- Allem, A. 1989. Four new species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 49(3): 649–662.
- Allem, A. 1999. A new species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Brazilian Amazon. *International Journal of Plant Sciences* 160: 181–187.
- Cordeiro, I.; R. Secco; M. J. da Silva; R. C. Sodr ; M. L. Martins L. 2015. *Manihot* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB17591>>. Acesso in: 06 Nov. 2015 .

- Martins, M. L.; P. C. Carvalho & A. M. Amorim. 2011. A remarkable new *Manihot* (Euphorbiaceae) from the coastal sand plains of Sergipe, Brazil. *Phytotaxa* 32: 57-60.
- Martins, M. L.; P. C. Carvalho; C. A. Ledo & A. M. Amorim. 2014. What's New in *Manihot* (Euphorbiaceae)?. *Systematic Botany* 39(2): 485-489.
- Martins, M. L. & C. A. Ledo. 2015. *Manihot cezarii* (Euphorbiaceae), a new species from Central-Western Brazil. *Novon* 24: 179-181.
- Mendoza, J. M. 2014. *Manihot* (Euphorbiaceae) en Bolivia, parte I: Tres especies nuevas y un nuevo registro. *Brittonia* 66(2):107-117.
- Miller, P. 1754 The gardeners dictionary, 4th abridged ed., 2. John and James Rivington, London, pp. 527-996.
- Müller Argoviensis, J. 1866. *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis. De Candolle* 15(2): 1056-1075.
- Müller Argoviensis, J. 1874. Euphorbiaceae. In Martius, C.F.P. & Eichler, A. W (Eds.) *Flora Brasiliensis* 11(2). Fleischer, Leipzig, pp. 437-485.
- Nassar, N. M. A. 1985. *Manihot neusana* Nassar, a new species native to Parana, Brasil. *Canadian Journal of Plant Science* 65: 1097-1100.
- Nassar, N. M. A.; D.G. Ribeiro; N.N. Bomfim & P.T.C. Gomes. 2011. *Manihot fortalezensis* Nassar, Riberio, Bomfim et Gomes, a new species of *Manihot* from Ceará, Brazil. *Genetic Resources Crop Evolution* 58:831-835.
- Pax, F. 1910. Euphorbiaceae-Adrianeae. In: A. Engler (ed.) *Das Pflanzenreich, Regni Vegetabilis, Conspectus IV. 147 II. Heft 44*: 21-99.
- Pohl, J. 1827. *Plantarum Brasiliae Icones et Descriptiones hactenus ineditae. Iussu et auspiciis Francisci primi. 1*: 17-56. Vindobonae.
- Rogers, D. J. & Appan, S. G. (1973) *Manihot* and *Manihotoides* (Euphorbiaceae). A computer-assisted study. In: *Organization for Flora Neotropica* (Ed.) *Flora Neotropica Monograph* -3. Hafner Press, New York, 272 pp.
- Silva, M. J.; R. Sodré & L. C. Almeida. 2013. A new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae s. str.) from the Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brazil. *Phytotaxa* 131(1): 53-57.
- Silva, M. J. & R. Sodré. 2014. A Dwarf Species of *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae s. s.) from the Highlands of Goiás, Brazil. *Systematic Botany* 39(1): 222-226.
- Silva, M. J. 2014. *Manihot veadeirensis* (Euphorbiaceae s. s.): a New Species from the Brazilian Cerrado, Brazil. *Systematic Botany* 39(4): 1161-1165.
- Silva, M. J. 2015a. *Manihot appanii* (Euphorbiaceae s. s.): a New Species from the Brazil, and a key to the species with unlobed or very shortly lobed leaves. *Systematic Botany* 40(1): 168-173.
- Silva, M. J. 2015b. Two new wild cassava species (*Manihot*, Euphorbiaceae) from the Brazilian Cerrado. *Phytotaxa* 213(2): 131-139

New endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Serra do Tombador in Goiás, Central Brazil

J. MOISES MENDOZA F.^{1,*}, MARCELO F. SIMON², TALITA S. REIS², ALESSANDRA FIDELIS³ & TACIANA B. CAVALCANTI²

¹ Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brazil

² Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF, Brazil

³ Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brazil

* Corresponding author, email: mmendoza52@yahoo.com

Abstract

Extensive botanical explorations focused on the taxonomy and phylogeny of the genus *Manihot* in the Cerrado biome permitted the finding of three new species restricted to Serra do Tombador in the municipality of Cavalcante, Goiás state, of Brazil. *Manihot ebracteata*, *Manihot purpurea* and *Manihot tombadorensis*, are described and illustrated. Morphological characteristics of the new taxa, relationships with closely related species, as well as comments on ecological aspects and natural distribution for each species, are provided.

Key words: Cerrado, endemism, highlands, taxonomy

Introduction

The highlands of Central Brazil are formed by a heterogeneous landscape with different vegetation types and comprise an important centre of plant diversity and endemism. The Serra do Tombador in Central Brazil, which is part of this highland region (700–1100 m elevation), is situated west of the town of Cavalcante (Goiás state), near the border with Tocantins state. This area corresponds to the northern part of the Chapada dos Veadeiros complex, a mosaic of plateaus and mountains in northern Goiás. Although botanically poorly-explored, some studies published suggest that the highlands of the Cavalcante region present a high number of endemic species (e.g. Pastore & Marques 2009, Simon *et al.* 2010), including species recently described restricted to the Serra do Tombador (Oliveira *et al.* 2015). Despite the geographic proximity (<30 km), the diversity of species of the Cavalcante highlands is different from that of the southern part of the Chapada dos Veadeiros (Alto Paraíso region), suggesting that these two units harbour distinct endemic floras (Simon & Proença 2000). The Serra do Tombador region is protected for the Reserva Natural Serra do Tombador, a private reserve with 8,900 hectares located 90 km on road west of Cavalcante (ca. 13°39'S, 47°49'W).

The work of Rogers & Appan (1973) is the most complete treatment for the genus *Manihot* Miller (1754), (Euphorbiaceae) and forms the basis of all taxonomic work that followed. These authors recognized 98 species in the Neotropical region, of which 80 were found in Brazil; 37 species of *Manihot* are registered for the Cerrado of which 20 are endemic (Rogers & Appan, 1973). However, a considerable number of new species of *Manihot* have been described in more recent years, particularly for the Cerrado highlands (Allem 1989, Martins & Ledo 2015, Mendoza & Cavalcante 2015, Mendoza *et al.* 2015, Silva *et al.* 2013, 2016, Silva & Sodrê 2014, Silva 2014, 2015a, 2015b, 2016).

The present article focus on the study of the species of *Manihot* in the Serra do Tombador, an area poorly represented in herbarium collections but potentially rich in plant endemism. Initial botanical survey in the region resulted in the record of 11 taxa of *Manihot* in the region: five known species, *Manihot anomala* Pohl (1827: 27), *M. peltata* Pohl (1827: 20), *M. tripartita* Müller Argoviensis (1866: 1068), *M. triphylla* Pohl (1827: 37) and *Manihot luxurians* Silva (2015: 135); three taxa which demand additional field work and taxonomic studies, identified here provisionally as: *Manihot* aff. *attenuata* Müller Argoviensis (1874: 442), *Manihot* aff. *irwinii* Rogers & Appan (1973: 137) and *Manihot* aff. *robusta* Mendoza & Cavalcanti (2015: 306); and three species new for the genus, which are described here as a first contribution to the knowledge of *Manihot* in the Serra do Tombador area.

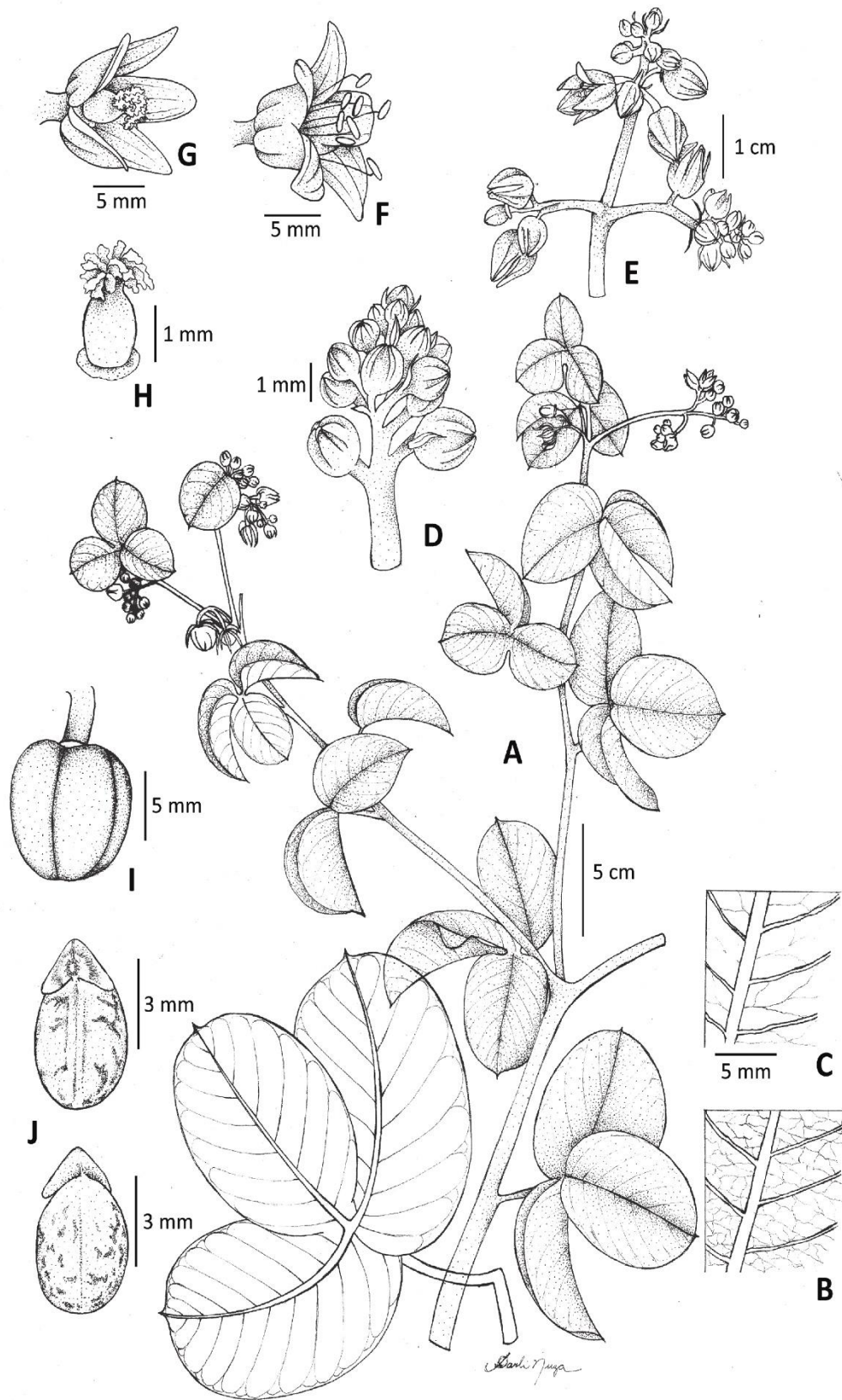


FIGURE 1. *Manihot ebracteata*. **A.** Fertile branch. **B.** Detail of leaf venation, abaxial surface. **C.** Detail of leaf venation, adaxial surface. **D.** Immature inflorescence with detail of bracts. **E.** Inflorescence. **F.** Pistillate flower. **G.** Staminate flower. **H.** Ovary and pistil. **I.** Capsule. **J.** Seed. A–H from *Mendoza et al.* 4624; I–J from *Mendoza et al.* 4592.

Taxonomic treatment

Manihot ebracteata M. Mend. & T. B. Cavalc., *sp. nov.* (Figs. 1, 2)

Species nova affinis Manihot divergentis Pohl (1827: 41) *sed habitu erecto (non decumbente), bracteis et bracteolis brevibus 2–3 mm longis (non plus quam 7–13 mm longis), fructu conico et costato (non subgloboso nec laeve), et stipulis brevibus 1.5–2.5 mm longis (non 4–5 mm longis) differt.*

Type:—BRAZIL. Goiás: Mun. Cavalcante, Serra do Tombador, ca. 14.1 km do povoado de São Domingos, sentido RPPN Serra do Tombador, 13°37'58"S, 47°41'10"W, 949 m, 1 February 2015, *M. Mendoza, M. F. Simon, J. B. A. Bringel & T. K. M. Arquelão 4624* (holotype: CEN!; isotypes: HRCB!, HUEFS!, K!, LPB!, MG!, MO!, NY!, SP!, UB!, USZ!).

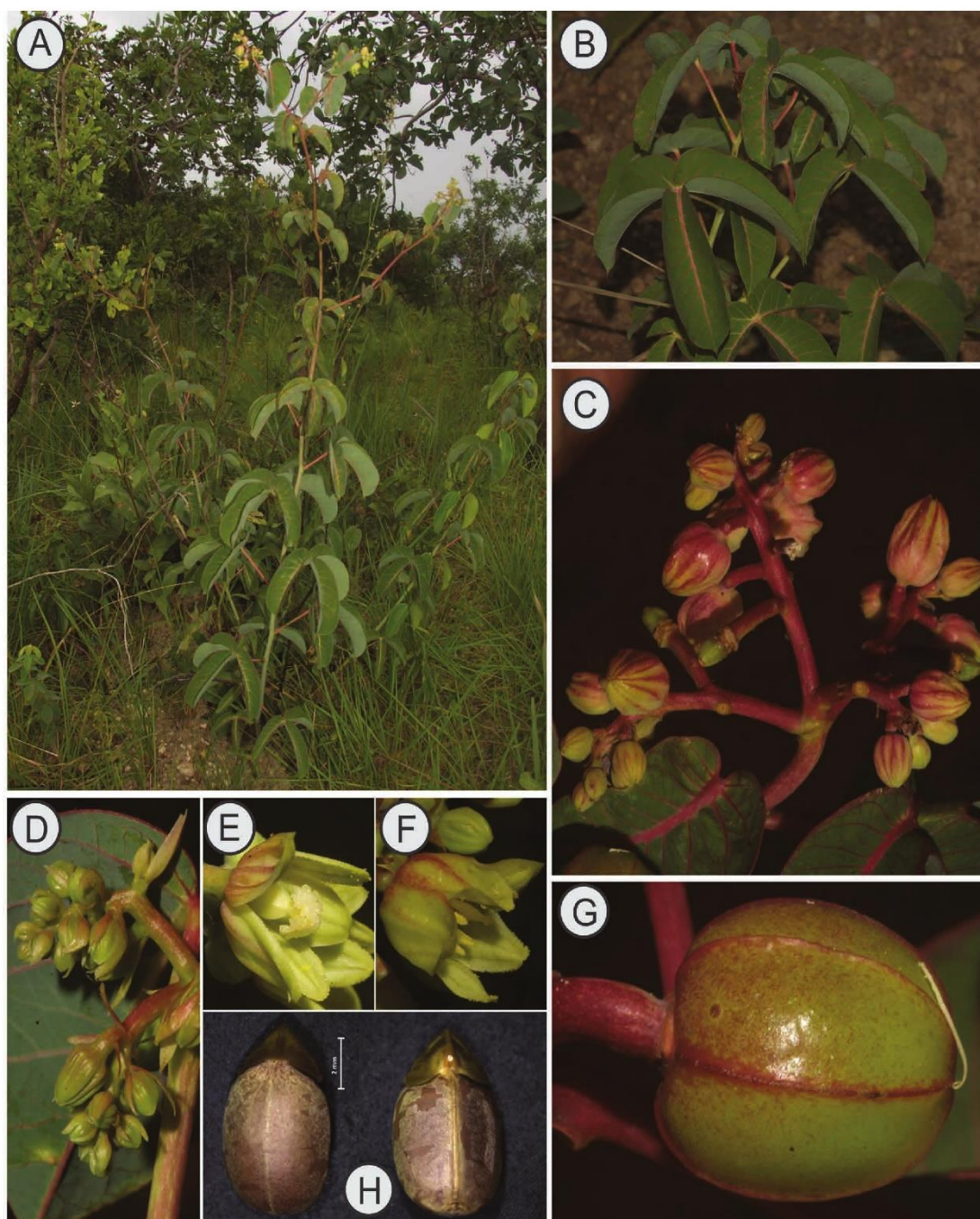


FIGURE 2. *Manihot ebracteata*. **A.** Habit, fertile plant. **B.** Sterile branch, with inflexed leaf. **C.** Inflorescence. **D.** Immature inflorescence, with detail of bracts. **E.** Pistillate flower. **F.** Staminal flower. **G.** Capsule. **H.** Seeds. A, D–F from *Mendoza et al. 4624*; B, C, G, H, from *Mendoza et al. 4592*.

Erect shrub, 1–2 m high, with 3–5 stems arising from a woody base, branching moderate and strictly in the upper part; branches 1–2, erect and alternate or di- to trichotomous. Leaves not peltate, petiolate, spirally alternate, glabrous on both surfaces, strongly inflexed and appearing falcate from the side, a lustrous green adaxially and green-glaucous abaxially; stipules caducous, triangular-lanceolate, 1.5–2.5 mm long, margin entire, glabrous; petioles cylindrical, (1–)2.5–8(–10) cm long; laminas membranous, base strongly cordate to overlapping, strictly 3-lobed, rarely a non-lobate cordate leaf at inflorescence base; lobes strongly overlapping at sinus; central lobes orbicular-obovate, (1.5–)2.5–9(–11.5) × (1.8–)2.5–5(–6) cm, margin entire, apex acuminate-attenuate or sometimes rotund-mucronate in leaves near inflorescence; primary veins prominent abaxially, secondary veins evident on both faces; lateral lobes usually reduced and asymmetric in the base. Inflorescences many-flowered, generally apical, 1.5–3.5(–7) cm long, formed by 3–5 racemes, all arising from the same point; bracts and bracteoles caducous; bracts oblong-lanceolate, 2–3(–6) × 0.5–1(–1.5) mm, margin entire, apex attenuate, glabrous; bracteoles reduced. Flowers pedicellate, glabrous outside and with simple hairs inside, yellowish to greenish-yellow, usually with reddish tinge on externally; pedicels 1–3 mm long on staminate flowers, 3–5 mm long on pistillate flowers; staminate flowers subglobose-campanulate, 7–8 × 6–7 mm, tube 4–5 mm long, tepal lobes slightly opening, 2–3 mm long, apex acute; pistillate flowers opposite, dialytepalous, partially opened, 5–6 × 4–5 mm, tepals erect, apex acute; stigma yellowish white. Capsule conical, 11–12 × 10–11 mm, bright green and glaucous, with purple tinge at the base, glabrous; ribs slightly prominent. Seeds elliptic, 6–7 × 4.5–5 mm, grayish; caruncle prominent, triangular on dorsal side and cordate on ventral side, apex acute.

Additional specimens examined (paratypes):—BRAZIL. Goiás: Mun. Cavalcante, Serra do Tombador, ca. 13.5 km do povoado de São Domingos, sentido RPPN Serra do Tombador, 13°38'02"S, 47°41'07"W, 960 m, 30 January 2015, *M. Mendoza, M. F. Simon, J. B. A. Bringel & T. K. M. Arquelão 4592* (CEN, HRCB, K, NY, USZ).

Distribution and ecology:—Endemic species from Serra do Tombador in Goiás state. This species so far is known only from two small and nearby populations in the vicinity of São Domingos, in the municipality of Cavalcante. It grows in well-preserved grassland on slopes, in fragments of cerrado *sensu strictu*, but relatively more open, surrounded by cerrado campo limpo and campo sujo, in mountain areas, at elevations of up to 960 m.

Phenology:—Collected in flower and fruits in January and February.

Etymology:—The specific epithet is derived from the very reduced bracts and bracteoles, a character evident and distinctive of this species in relation to the closely related taxa.

Discussion:—*Manihot ebracteata* is distinguished from other related species in the genus by the presence of inflorescences with reduced bracts 2–3 mm long, conical fruits with slightly prominent ribs, and triangular-lanceolate, 1.5–2.5 mm long stipules. Morphologically it is most similar to *M. divergens* Pohl (1827: 41), with which it shares 3-lobate falcate leaves, the lobes being strongly inflexed; inflorescences with 3–5 racemes arising from the same point; flowers pedicellate; pistillate flowers dialytepalous. *Manihot divergens* differs from *M. ebracteata* by its inflorescences with larger bracts (7–13 mm long), cylindrical fruits with fine whitish lines replacing ribs, and linear-lanceolate, 4–5 mm long stipules.

Manihot purpurea M. Mend. & T. B. Cavalc., *sp. nov.* (Figs. 3, 4)

Species nova affinis Manihot nanae Müller Argoviensis (1874: 448), sed ab ea habitu caespitoso, basi et ubique supra bene ramoso (non foliis in rosulam vel sparsim in caule dispositis), bracteis et bracteolis magnis plus quam 7–10 mm longis, persistentibus (non brevibus, 2–3 mm longis nec caducis), floribus femineis gamotepalis (non dialytepalis), floribus flavis vel virido-flavis (non violaceo-pruinosis) differt.

Type:—BRAZIL. Goiás: Cavalcante, Serra do Tombador, RPPN Serra do Tombador, ca. 3.7 km da sede RPPN, sentido Cavalcante, 13°38'02"S, 47°48'51"W, 890 m, 11 November 2014, *M. Mendoza, A. A. Santos & T. S. Reis 4382* (holotype: CEN!; isotypes: HUEFS!, K!, LPB!, MO!, NY!, RB!, SP!, UB!, USZ!).

Suberect shrub, 15–40 cm high. Stems procumbent to ascending, 4–6 arising from a woody base, branching abundantly from base, giving appearance of a very caespitose plant; branches 2–4, ascending to erect. Leaves not peltate, petiolate, spirally alternate, glabrous on both surfaces, inflexed and appearing falcate from the side, a bright purple adaxially (more evident when young) and green-glaucous abaxially; stipules persistent, linear-lanceolate, (10–)15–25 mm long, entire or with two teeth near apex, glabrous; petioles cylindrical, (8–)11–15(–21) cm long; laminas membranous, almost coriaceous when old, base cordate to overlapping, 5–7-lobed, sometimes 3-lobate at inflorescence base; lobes overlapping at sinus; central lobe elliptic to suborbicular, (3.5–)5–8(–9) × (2.6–)3–5(–6) cm, margin entire, apex truncate and apiculate; venation brochidodromous, primary veins prominent abaxially; secondary veins evident on both surfaces; lateral lobes gradually reduced. Inflorescence many-flowered, usually apical, 2.5–10 cm long, paniculate, formed by one

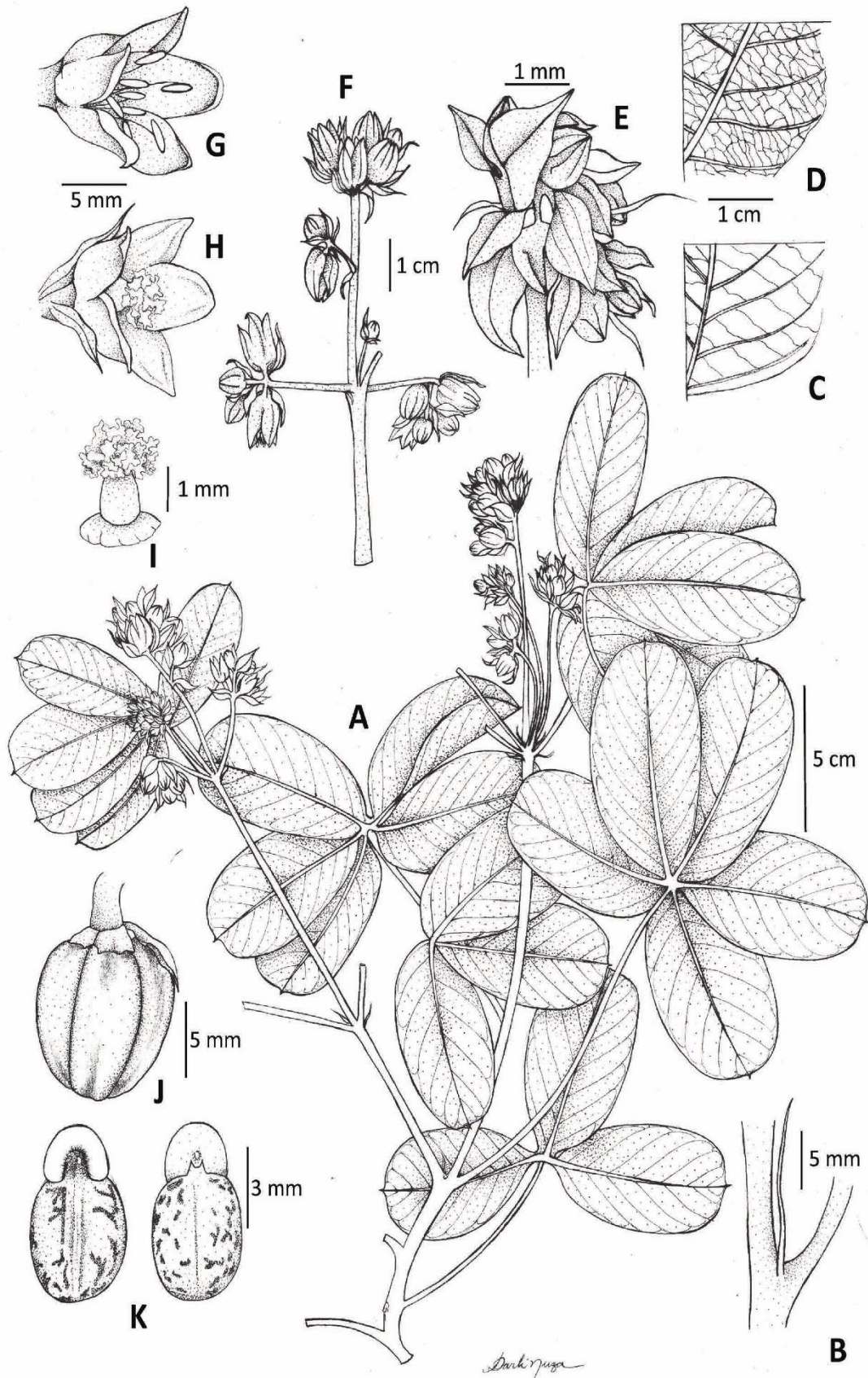


FIGURE 3. *Manihot purpurea*. **A.** Fertile branch. **B.** Stipule. **C.** Detail of leaf venation, adaxial surface. **D.** Detail of leaf venation, abaxial surface. **E.** Immature inflorescence, with detail of bracts. **F.** Inflorescence. **G.** Staminal flower. **H.** Pistillate flower. **I.** Ovary and pistil. **J.** Capsule. **K.** Seed. A–I from *Mendoza et al.* 4382; J–K from *Mendoza et al.* 4284.

central raceme (usually with one small branch), and 2–3 short lateral racemes, all arising from the same point; bracts and bracteoles not early caducous; bracts ovate-lanceolate, 7–10 × 3–4 mm, margin entire, apex acuminate-attenuate, glabrous; bracteoles reduced. Flowers pedicellate, strictly concentrated at the top of racemes, glabrous outside and finely pubescent inside, intense yellow or yellowish green, yellowish green when in bud; pedicels 1–2 mm long on staminate flowers, 4–5 mm long on pistillate flowers; staminate flowers tubular-campanulate, 9–11 × 4–6 mm, tube 6–7 mm long, tepal lobes lightly reflexed, 3–4 mm long, apex acute and mucronate; pistillate flowers gamotepalous, opposite, campanulate, partially opened, 8–9 × 4–5 mm, tube 4–4.5 mm long, tepal lobes smoothly reflexed, 4–4.5 mm long, apex acute; stigmas yellow. Capsule subglobose, 12–13 × 11–12 mm, smooth, glaucous green, glabrous; ribs somewhat prominent. Seeds elliptic, 7–8 × 3.5–4 mm; caruncle strongly prominent, reniform, apex rotund and bilobed.



FIGURE 4. *Manihot purpurea*. A. Fertile branch B. Plant habit. C. Inflorescence. D. Stipules. E. Immature inflorescence, with detail of bracts. F. Pistillate flower. G. Staminate flower. H. Capsule. I. Seeds. A–G from *Mendoza et al. 4382*; H–I from *Mendoza et al. 4284*.

Additional specimens examined (paratypes):—BRAZIL. Goiás: Mun. Cavalcante, Serra do Tombador, 13°37'47"S, 47°41'21"W, 1000 m, 19 April 2013, *J. Cordeiro 4901* (MBM); ca. 7.1 km da estrada Minaçu–Cavalcante, na trilha para Fazenda do Francês, próximo da E. E. Córrego Branco, 13°35'05"S, 47°43'05"W, 900 m, 1 February 2015, *M. Mendoza, M. F. Simon, J. B. A. Bringel & T. K. M. Arquelão 4618* (CEN, HRCB, UB, USZ); RPPN Serra do Tombador, ca. 12 km da sede RPPN sentido Cavalcante, 13°38'02"S, 47°44'46"W, 900 m, 11 November 2014, *M. Mendoza, T. S. Reis & A. A. Santos 4386* (CEN, USZ); ca. 12.9 km do povoado de São Domingos sentido RPPN Serra do Tombador, 13°38'02"S, 47°44'46"W, 900 m, 10 April 2014, *M. Mendoza, A. A. Santos & T. S. Reis 4284* (CEN, HRCB, K, LPB, RB, USZ).

Distribution and ecology:—Restricted to the state of Goiás, Brazil, endemic to the Serra do Tombador in the municipality of Cavalcante, where it grows in well-preserved areas of campo limpo, and also campo sujo, in flat and slope mountain areas, on sandstone and quartzitic soil, at elevations of ca. 860–900 m.

Phenology:—It was collected in flower from November to December and in fruit from December to April.

Etymology:—The specific epithet is derived from the remarkable purple colour of the plant, much stronger in younger parts when the plant sprouts from a perennial woody base.

Discussion:—*Manihot purpurea* is distinguished by its suberect habit, 15–40 cm high, with abundant branching from near the base, giving it the appearance of a caespitose plant; by the bracts and bracteoles not early caducous, bracts ovate-lanceolate, 7–10 mm long; by gamopetalous pistillate flowers; by subglobose fruits with mildly prominent ribs, and by the flower colour, being intense yellow or yellowish-green. *Manihot purpurea* is morphologically most similar to *M. nana* Müller Argoviensis (1874: 448) with which it shares non-peltate, falcate and longitudinally inflexed, 5–7-lobed leaves, and linear-lanceolate and glabrous stipules. *Manihot nana* differs from *M. purpurea* by its erect habit, 10–25 cm high, branching moderate or absent giving the plant an appearance of a basal rosette; caducous bracts and bracteoles, triangular-lanceolate bracts, 2–3 mm long; dialypetalous pistillate flowers; subcylindrical fruits without ribs; and flowers salmon to red-salmon in colour.

Manihot tombadorensis M. Mend. & T. B. Cavalc., *sp. nov.* (Figs. 5, 6)

Species nova Manihot attenuatae Müller Argoviensis (1874: 443) affinis, sed habitu procumbente et robusto, caulibus ca. 60–90 cm longis (non 15–30 cm longis similibus rosulis flaccidis), foliis costis secundariis ca. 30, ad angulum 40–50° patentibus (non numerosissimis 50–65, ad angulum 80–90° patentibus), inflorescentia apicali, ex 3–5 racemis constanti (non basali nec raceme unico constanti), floribus femineis alternis in basin racemorum (non oppositis dispositis), et floribus flavis vel virido-flavis (non violaceo-pruinosis) differt.

Type:—BRAZIL. Goiás: Mun. Cavalcante, Serra do Tombador, RPPN Serra do Tombador, ca. 5.6 km da sede RPPN sentido Minaçu e entrando ca. 900 m por trilha para direita, 13°40'21"S, 47°50'53"W, 728 m, 31 January 2015, *M. Mendoza, M. F. Simon, A. Fidelis, M. N. Rissi, J. B. A. Bringel & T. K. M. Arquelão 4610* (holotype: CEN!; isotypes: HRCB!, K! LPB!, MO!, NY!, UB!, USZ!).

Procumbent subshrub, 60–90 cm long, with 2–3-stems arising from a woody base; branching moderate to abundant from near the base, usually giving it the appearance of a very caespitose plant; branches 2–3, ascending to decumbent, usually trichotomous. Leaves not peltate, sessile to subsessile, spirally alternate and regularly distributed along the stem, but always erect, glabrous on both surfaces, a bright green adaxially and green-glaucous abaxially; stipules not early caducous, setaceous, linear to linear-lanceolate, (3–)5–9 mm long, margin entire, glabrous; petioles canaliculate in adaxial face, reduced, ≤0.5 mm long; lamina membranaceous, not lobate, linear-lanceolate to oblong-lanceolate, (11–)15–30(–40) × 1.5–4(–5) cm, margin entire, apex acuminate-attenuate; venation camptodromous, primary veins strongly prominent abaxially; secondary veins forming an angle of 40–50° in relation to primary veins, less than 30 per side. Inflorescence many-flowered, usually apical, or rarely axillary, (5–)10–15(–20) cm long, formed by one central raceme, sometimes with 2–3 reduced branches, plus 2–3 short lateral racemes, all arising from same point; bracts and bracteoles not early caducous; bracts ovate-lanceolate, 9–12 × 5–6 mm, margin entire but finely ciliate (more evident when young bracts) at apex, apex acuminate-attenuate, with fine and simple hairs on inner surface; bracteoles linear-lanceolate, reduced, 5–6 mm long. Flowers pedicellate, glabrous on outer surface and with scattered single hairs on inner surface, yellow to greenish yellow, sometimes with reddish tinge on the external side; pedicels 1.5–2 mm long on staminate flowers, 3–5 mm long on pistillate flowers; staminate flowers short-campanulate, 9–11 × 6–7 mm, tube 5–6 mm long, tepal lobes opening, 4–5 mm long, apex rotund; pistillate flowers alternate, dialypetalous, slightly opening, 7–9 × 5–6 mm, tepals erect, apex acute; stigma white to yellowish. Capsule sub-conical, 11–1.2 × 9–10 mm; ribs slightly prominent. Seeds not seen.

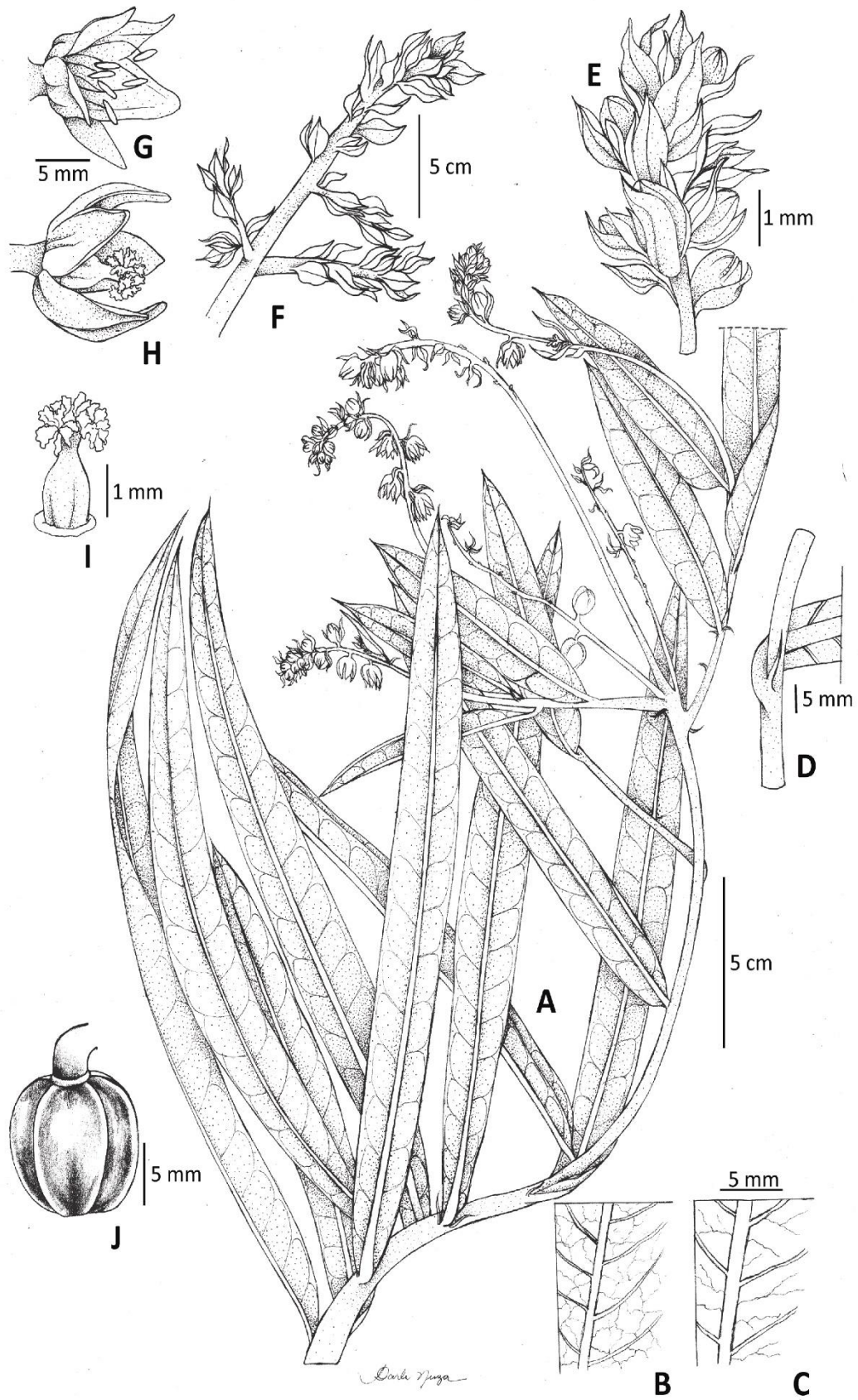


FIGURE 5. *Manihot tombadorensis*. A. Fertile branch. B. Detail of leaf venation, adaxial surface. C. Detail of leaf venation, abaxial surface. D. Stipule. E. Immature inflorescence, with detail of bracts. F. Inflorescence. G. Staminate flower. H. Pistillate flower. I. Ovary and pistil. J. Capsule. A–G from *Mendoza et al.* 4610.

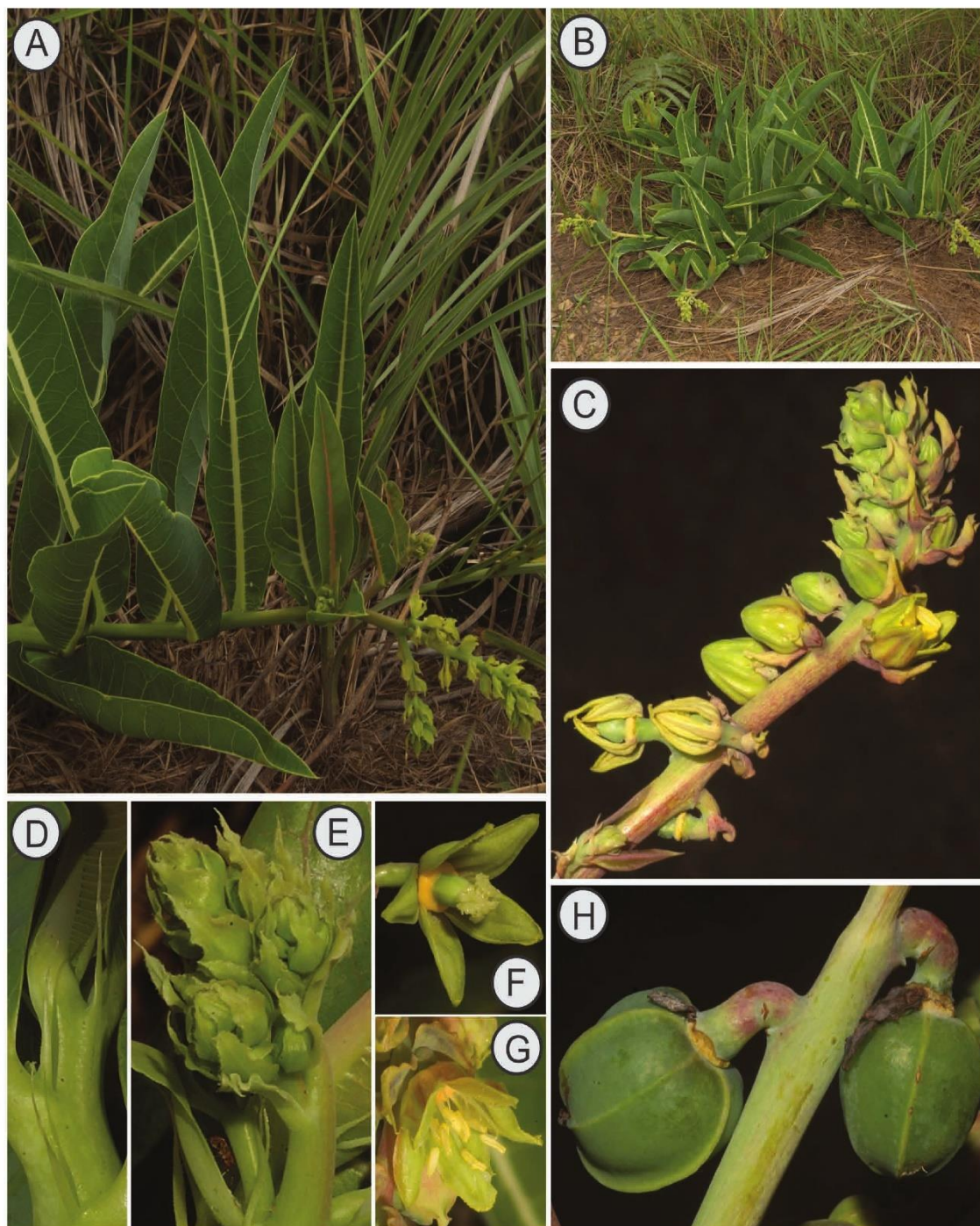


FIGURE 6. *Manihot tombadorensis*. **A.** Fertile branch. **B.** Habit, fertile plant. **C.** Inflorescence. **D.** Stipules. **E.** Immature inflorescence, with detail of bracts. **F.** Pistillate flower. **G.** Staminate flower. **H.** Capsule. A–B from *Mendoza et al.* 4610; C, G–H from *Mendoza et al.* 4594; D–E from *Mendoza et al.* 4379; F from *Mendoza et al.* 4618.

Additional specimens examined (paratypes):—BRAZIL. Goiás: Mun. Cavalcante, ca. 4 km da Vila Veneno, na direção do Rio São Felix, e ca. 12 km da Balsa da Coterra, 13°32'10"S, 48°03'29"W, 380 m, 25 January 2001, *B. M. T. Walter, E. S. G. Guarino, G. Pereira-Silva & S. P. de Souza* 4807 (CEN); Estrada Minaçu–Cavalcante passando pela balsa da Serra Branca, ca. 126 km do rio Tocantins, 13°41'07"S, 47°51'22"W, 740 m, 11 November 2000, *G. Pereira-Silva, B. M. T. Walter, J. B. Pereira & P. A. Salle* 4421 (CEN, HUEFS, SP); RPPN Serra do Tombador ca. 0.6 km do trevo Minaçu–Cavalcante sentido área da campina, 13°41'01"S, 47°48'13"W, 790 m, 11 November 2014, *M. Mendoza, T. S. Reis & A. A. Santos* 4379 (CEN); RPPN Serra do Tombador ca. 2.65 km do trevo Minaçu–Cavalcante,

sentido campina, 13°41'01"S, 47°48'13"W, 848 m, 31 January 2015, *M. Mendoza, A. Fidelis & M. N. Rissi 4606* (CEN, HRCB, USZ); RPPN Serra do Tombador, estrada municipal não pavimentada Calvacante–Minaçu, lat: -13,666667, long: -47.816667 “WCS84”, 790 m, 21 February 2013, *J. A. Lombardi 9992* (HRCB); RPPN Serra do Tombador, trilha Vão da Horta, 13°40'43"S, 47°50'43"W, 743 m, 15 April 2013, *M. L. Brotto, E. Barboza, J. Cordero & J. Vaz 1082* (MBM); Serra do Tombador, ca. 6.8 km da estrada Minaçu–Cavalcante, na trilha para Fazenda do Frances, próximo da E. E. Córrego Branco, 13°35'07"S, 47°43'01"W, 890 m, 1 February 2015, *M. Mendoza, M. F. Simon, J. B. A. Bringel & T. K. M. Arquelão 4617* (CEN, HRCB, HUEFS, K, NY, LPB, RB, UB, USZ); Serra do Tombador, ca. 7.2 km da sede RPPN Serra do Tombador, sentido Cavalcante, 13°37'44"S, 47°47'04"W, 829 m, 30 January 2015, *M. Mendoza, M. F. Simon, J. B. A. Bringel & T. K. M. Arquelão 4594* (CEN, HRCB, K, NY, UB, USZ); Serra do Tombador, estrada Cavalcante a Minaçu, ca. 10 km passando do ingresso da sede de RPPN do Tombador, 13°41'50"S, 47°52'24"W, 790 m, 10 April 2014, *M. Mendoza T. S. Reis & A. A. Santos 4379* (CEN, USZ).

Distribution and ecology:—An endemic species from Goiás state in Brazil. This species is known so far only from the municipality of Cavalcante. It was collected principally in the Serra do Tombador area, where the taxon is frequent to abundant, usually in the flat areas on top of hills. One of the populations was recorded between Vila Veneno and Rio São Felix, which is not far from the Serra do Tombador. Growing in well-preserved grasslands in high areas between mountain valleys and flat ridges from 380 to 900 m elevation. This taxon grows in open habitats of campo limpo and campo sujo vegetation, in sandstone soil.

Phenology:—It was collected in flower from December to January and in fruit from February to April.

Etymology:—The specific epithet is derived from the Serra do Tombador, the only place where the species is known.

Discussion:—*Manihot tombadorensis* is distinguished by procumbent and robust habit, with stems ca. 60–90 cm long, inflorescences at the apex of branches, formed by one central raceme and 2–3 lateral racemes, pistillate flowers with alternate distribution at the base of the raceme axis, leaves with 30 secondary veins forming 40–50° angle in relation to primary veins, and yellow to green-yellow flowers. *Manihot tombadorensis* is morphologically most similar to *M. attenuata* Müller Argoviensis (1874: 443) with which it shares uni-lobate and attenuate leaves, the lamina >15 cm long and >3 cm wide, and entire bracts and bracteoles. *Manihot attenuata* differs from *M. tombadorensis* by its rosette habit, ca. 15–30 cm high; leaf venation with 50–60 secondary veins forming a 80–90° angle in relation to primary veins; basal inflorescence a solitary raceme, pistillate flowers opposite; and reddish to violet-pruinose flowers.

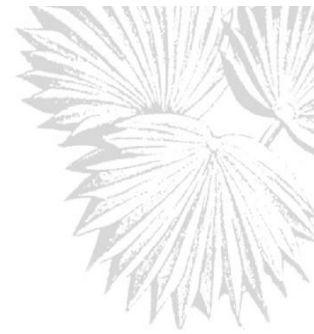
Acknowledgements

We thank the support of Department of Botany, University of Brasília and Embrapa Genetic Resources and Biotechnology by making possible professional training and accommodation. To John Wood who helped with the revision of the Latin diagnoses. To Fundação Boticário and managers of the Reserva Natural Serra do Tombador for support during field work. To Darli Nuza for the line illustrations. To Aécio Amaral Santos from EMBRAPA for driving and help in field work. Field work was funded by project “Conservação de Recursos Genéticos Nativos e Parentes Silvestres da Flora do Cerrado” (Process CNPq 457438/2012-6). The first author acknowledges a scholarship from CAPES (n° 702643541-84).

References

- Allem, A. (1989) Four new species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 49: 649–662.
- Martins, M.L. & Ledo, C.A. (2015) *Manihot cezarii* (Euphorbiaceae), a new species from Central-Western Brazil. *Novon* 24: 179–181. <http://dx.doi.org/10.3417/2014012>
- Mendoza F., J.M. & Cavalcanti, T. B. (2015) Three new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Central Brazil. *Q'euña* 6: 7–22
- Mendoza F., J.M., Simon, M.F. & Cavalcanti, T.B. (2015) Three new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Chapada dos Veadeiros, Brazil. *Arnaldoa* 22: 297–312
- Miller, P. (1754) *The gardeners dictionary, 4th abridged ed.*, 2. John and James Rivington, London, pp. 527–996.
- Müller Argoviensis, J. (1866) Euphorbiaceae excl. Euphorbieae. In: Candolle, A.L.P.P. (Ed.) *Prodromus Systematis Naturalis Regni*

- Vegetabilis* 15 (2). Treuttel & Würtz, Paris, pp. 189–1260.
- Müller Argoviensis, J. (1874) Euphorbiaceae. In: Martius, C.F.P. & Eichler, A.W.M. (Eds.) *Flora Brasiliensis* 11 (2). E. Fleischer, Leipzig, pp. 1–750.
- Oliveira, R.C., Valls, J.F., Gomes, S.M., Fagg, C.W. & Pozzobon, M.T. (2015) A new species of *Paspalum*, *Notata* group (Poaceae, Paspaleae), from the Cerrado biome, Brazil: description, chromosome number, and leaf blade anatomy. *Phytotaxa* 203 (2): 159–168.
<http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.203.2.5>
- Pastore, J.F.B. & Marques, M.C.M. (2009) Duas novas espécies de *Polygala* (Polygalaceae) da região da Chapada dos Veadeiros, GO, Brasil. *Acta Botânica Brasileira* 23: 446–450.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062009000200016>
- Pohl, J.B.E. (1827) *Plantarum Brasiliae Icones et Descriptiones* 1. A. Strauss, Wien, pp. 1–134.
- Rogers, D.J. & Appan, S.G. (1973) *Manihot* and *Manihotoides* (Euphorbiaceae). A computer-assisted study. In: Organization for Flora Neotropica (Ed.) *Flora Neotropica Monograph* 13. Hafner Press, New York, 272 pp.
- Silva, M.J. (2014) *Manihot veadeirensis* (Euphorbiaceae s. s.): a new species from the Brazilian Cerrado, Brazil. *Systematic Botany* 39: 1161–1165.
<http://dx.doi.org/10.1600/036364414X682625>
- Silva, M.J. (2015a) *Manihot appanii* (Euphorbiaceae s. s.): a new species from the Brazil, and a key to the species with unlobed or very shortly lobed leaves. *Systematic Botany* 40: 168–173.
<http://dx.doi.org/10.1600/036364415X686477>
- Silva, M.J. (2015b) Two new wild cassava species (*Manihot*, Euphorbiaceae) from the Brazilian Cerrado. *Phytotaxa* 213: 131–139.
<http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.213.2.6>
- Silva, M.J. (2016) *Manihot gratiosa* and *M. lourdesii* spp. nov. (Manihoteae, Euphorbiaceae) from the Brazilian Cerrado. *Nordic Journal of Botany* 34: 66–74.
<http://dx.doi.org/10.1111/njb.00979>
- Silva, M.J., Alonso, A. & Sodr , R. (2016) *Manihot pachycaulis* sp. nov. (Euphorbiaceae) from the Brazilian Cerrado. *Nordic Journal of Botany* 34: 60–65.
<http://dx.doi.org/10.1111/njb.00967>
- Silva, M.J. & Sodr , R. (2014) A dwarf species of *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae s. s.) from the highlands of Goiás, Brazil. *Systematic Botany* 39: 222–226.
<http://dx.doi.org/10.1600/036364414X678134>
- Silva, M.J., Sodr , R. & Almeida, L.C. (2013) A new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae s. str.) from the Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brazil. *Phytotaxa* 131: 53–57.
<http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.131.1.10>
- Simon, M.F., Hughes, C.E. & Harris, S.A. (2010) Four new species of *Mimosa* (Leguminosae) from the central highlands of Brazil. *Systematic Botany* 35: 277–288.
<http://dx.doi.org/10.1600/036364410791638333>
- Simon, M.F. & Proença, C. (2000) Phylogeographic patterns of *Mimosa* (Mimosoideae, Leguminosae) in the Cerrado Biome of Brazil: an indicator genus of high-altitude centers of endemism? *Biological Conservation* 96: 279–296.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00085-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00085-9)



Novas espécies de *Manihot* (Euphorbiaceae) do Brasil Central

New species of Manihot (Euphorbiaceae) from Central Brazil

Moises Mendoza^{1,3}, Marcelo F. Simon², Thalysa K.M. Arquelão² & Taciana B. Cavalcanti²

Resumo

Estudos em herbários e intenso trabalho de campo voltados para abordagens taxonômicas atuais e filogenia do gênero *Manihot* no cerrado brasileiro possibilitaram a descoberta de cinco novas espécies ocorrentes em áreas de cerrado de Brazlândia (Distrito Federal), Padre Bernardo, Água Fria, São João D'Aliança e Niquelândia (Goiás). *Manihot brasiliana*, *M. congesta*, *M. incisa*, *M. pinatiloba* e *M. porphyrantha* são descritas e ilustradas. Características morfológicas dos novos táxones, suas relações com espécies mais estreitamente relacionadas, como também comentários sobre aspectos ecológicos e de distribuição natural para cada espécie, são fornecidos.

Palavras-chave: Cerrado, endemismo, taxonomia, terras altas.

Abstract

Studies in herbaria and intensive field work focused on modern taxonomic approaches and phylogeny of the genus *Manihot* in the Brazilian cerrado enabled the discovery of five new species occurring in cerrado areas from Brazlândia (Distrito Federal) and Padre Bernardo, Água Fria de Goiás, São João D'Aliança and Niquelândia (Goiás). *Manihot brasiliana*, *M. congesta*, *M. incisa*, *M. pinatiloba* and *M. porphyrantha* are here described and illustrated. Morphological characteristics of these new taxa, relationships with closely related species, as well as comments on ecological aspects and natural distribution for each species, are provided.

Key words: Cerrado, endemism, taxonomy, highlands.

Introdução

O gênero *Manihot* Mill. é um dos mais importantes dentro da família Euphorbiaceae, particularmente pela relevância da cultura da “mandioca”. O último tratamento taxonômico realizado para o gênero registrou 98 espécies para os Neotrópicos (Rogers & Appan 1973). Cordeiro *et al.* (2015) referem 76 espécies de *Manihot* para o Brasil, encontradas principalmente em habitats secos, rochosos e em campos do cerrado e florestas secas.

O centro primário de diversidade do gênero está localizado no Cerrado do Brasil Central (Rogers & Appan 1973), onde estudos de cunho florístico e taxonômico têm sido realizados nos últimos anos, apresentando avanços significativos no conhecimento da diversidade do gênero (Martins

& Ledo 2015; Mendoza & Cavalcanti 2015; Mendoza *et al.* 2015, 2016; Silva *et al.* 2013, 2016; Silva & Sodrê 2014; Silva 2014, 2015a, 2015b, 2016), e ampliando o número de espécies do gênero no país para cerca de 101.

No esforço de revisar as espécies de *Manihot*, principalmente do bioma Cerrado, e esclarecer problemas taxonômicos latentes desde a última revisão do gênero (Rogers & Appan 1973), este estudo acrescenta cinco novas espécies para *Manihot*.

As espécies aqui descritas são nativas de uma área reduzida que abrange a Serra Geral entre o Distrito Federal e o estado de Goiás, mais precisamente das áreas montanhosas da região do Alto Maranhão e Vão do Paranã, compreendidas entre 1.000 a 1.200 m de altitude. Esses ambientes

¹ Universidade de Brasília, Depto. Botânica, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, C.P. 04457, 70910-970, Brasília, DF, Brasil.

² Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Parque estação Biológica, C.P. 02372, 70770-900, Brasília, DF, Brasil.

³ Autor para correspondência: mmendoza52@yahoo.com

são caracterizados pelos habitats diversificados e alta diversidade de espécies (Cavalcanti 2007).

Materiais e Métodos

A descrição das espécies aqui propostas é resultado de análises morfológicas e revisão exaustiva dos espécimes depositados nos herbários: BHCB, CEN, ESA, HB, HRCB, HEPH, HUEFS, IAN, IBGE, MBM, MG, NY, R, RB, UB, UEC, UFG, Thiers (continuamente atualizado). Observações *in-situ* de populações de cada espécie e sua variabilidade na natureza foram realizadas entre fevereiro 2013 e maio 2016. Ilustrações a nanquim baseados nos espécimes tipo (feitas por Darli Nuza e Pétala Gomes) e pranchas ilustrativas baseadas em fotografias de plantas vivas que destacam características de alto valor taxonômico para cada espécie são apresentados.

Resultados e Discussão

Manihot brasiliiana M. Mend. & T.B. Cavalc. *sp. nov.*

Tipo: BRASIL. BRASÍLIA - DISTRITO FEDERAL: Brazlândia, BR-80, ca. 1,3 km passando o trevo DF-220 sentido Padre Bernardo, em frente do povoado de Vendinha, 15°36'21"S, 48°11'40"W, 1.118 m, 21.II.2014, fl. e fr., *M. Mendoza, A.A. Santos & T.S. Reis 4150* (holótipo: CEN!; isótipos: ESA!, HUEFS!, K!, LPB!, MO!, NY!, RB!, UB!, USZ!). Figs.: 1; 2

Species nova affinis Manihot longepetiolatae Pohl, sed ab ea stipulis 2–5 mm longis, linearolanceolatis, caducis (non plus quam 6–10 mm longis, setaceis et persistentibus), inflorescentia terminale, 3–4 racemis composita, uno longo centrale et 2–3 racemis laterais parvioribus (non axillare nec paniculata); bracteis et bracteolis < 4 mm longis et caducis (non > 5 mm longis, persistentibus), floribus femineis gamotepalis (non dialytepalis) differt.

Subarbustos glabros, eretos, 8–20 cm alt, caule ereto ou raro decumbente, saindo de uma base lenhosa; ramificação ausente, raro dicotômica. Folhas não peltadas, pecioladas, altermo-espinaladas na base, alternas nos ramos superiores, face adaxial verde intenso, face abaxial esbranquiçada; estípulas caducas, profundamente bífidas, segmentos linear-lanceolados, 2–5 mm compr., margem denteada, ápice atenuado; pecíolos (1,5–)5–8(–10) cm compr.; lâminas membranáceas, 3–5-lobadas, raro inteiras na base da inflorescência, lobos sobrepostos nos sinus e na base; lobos centrais

elípticos a estreitamente elípticos, (2,5–)4–7(–9) × (1–)2–3(–4) cm, margem inteira, ápice acuminado; nervação broquidódroma, nervuras primárias ligeiramente proeminentes na face abaxial, nervuras secundárias evidentes nas duas faces; lobos laterais ligeiramente reduzidos, assimétricos na base. Inflorescências multifloras, 5–8(–13) cm compr., formadas por um racemo central longo, às vezes com um ramo reduzido, e 1–2 racemos laterais curtos com flores pistiladas na base, todos saindo do mesmo ponto; brácteas caducas, lanceoladas, 3–4 × 0,8–1 mm, margem inteira, ápice atenuado; bractéolas caducas, reduzidas. Flores pediceladas, esverdeado-amareladas e atropurpúreas nos ápices; pedicelos das flores estaminadas 3–6(–10) mm compr., das flores pistiladas 5–8 mm compr.; flores estaminadas globoso-campanuladas, 9–12 × 8–10 mm, tubo floral 6–8 mm compr., lobos das tépalas reflexos, 3–4 mm compr., margem lisa ou escassamente papilosa na face interna; estames didínamos; flores pistiladas gamotépalas, campanuladas, 8–10 × 5–6 mm, tubo floral 3,5–5 mm compr.; lobos das tépalas abertos, não reflexos 4,5–5 mm compr., margem levemente papilosa; ovários elípticos, pistilos com estigmas levemente amplos, brancos a creme, ápice denso-papiloso. Cápsulas subcilíndricas, 11–13 × 9–10 mm, lisas, verde-glaucas; alas ausentes, depressões lineares laterais. Sementes elípticas, 8–9 × 3,5–4 mm; carúncula fortemente proeminente, reniforme, ápice levemente bilobado.

Material adicional examinado: BRASIL. DISTRITO FEDERAL: Brazlândia, BR-80, ca. 900 m do trevo DF-220 sentido Padre Bernardo e 500 m por estrada de terra (lado direito), 15°36'18"S, 48°11'38"W, 1.115 m, 2.XII.2015, fl. e fr., *M. Mendoza et al. 5090* (CEN, K, LPB, MO, NY, RB, USZ); Rod. Brazlândia-Padre Bernardo, 15°36'26"S, 48°11'48"W, 15.I.2006, fr., *J.F.B. Pastore & E. Sukanuma 1456* (CEN).

Espécie endêmica do cerrado brasileiro. Coletada até o presente apenas no Distrito Federal, em uma população reduzida na cidade satélite de Brazlândia, onde habita áreas bem preservadas de campo limpo com solo cascalhento e esbranquiçado, aos 1.115–1.120 m. Coletada com flores de dezembro a fevereiro e com frutos de janeiro a abril.

O epíteto específico alude à capital do Brasil, na zona do Distrito Federal, área geográfica onde esta espécie cresce naturalmente.

Manihot brasiliiana caracteriza-se pelo hábito com aparência de roseta (na fase inicial vegetativa), pelas estípulas caducas, bífidas, com segmentos

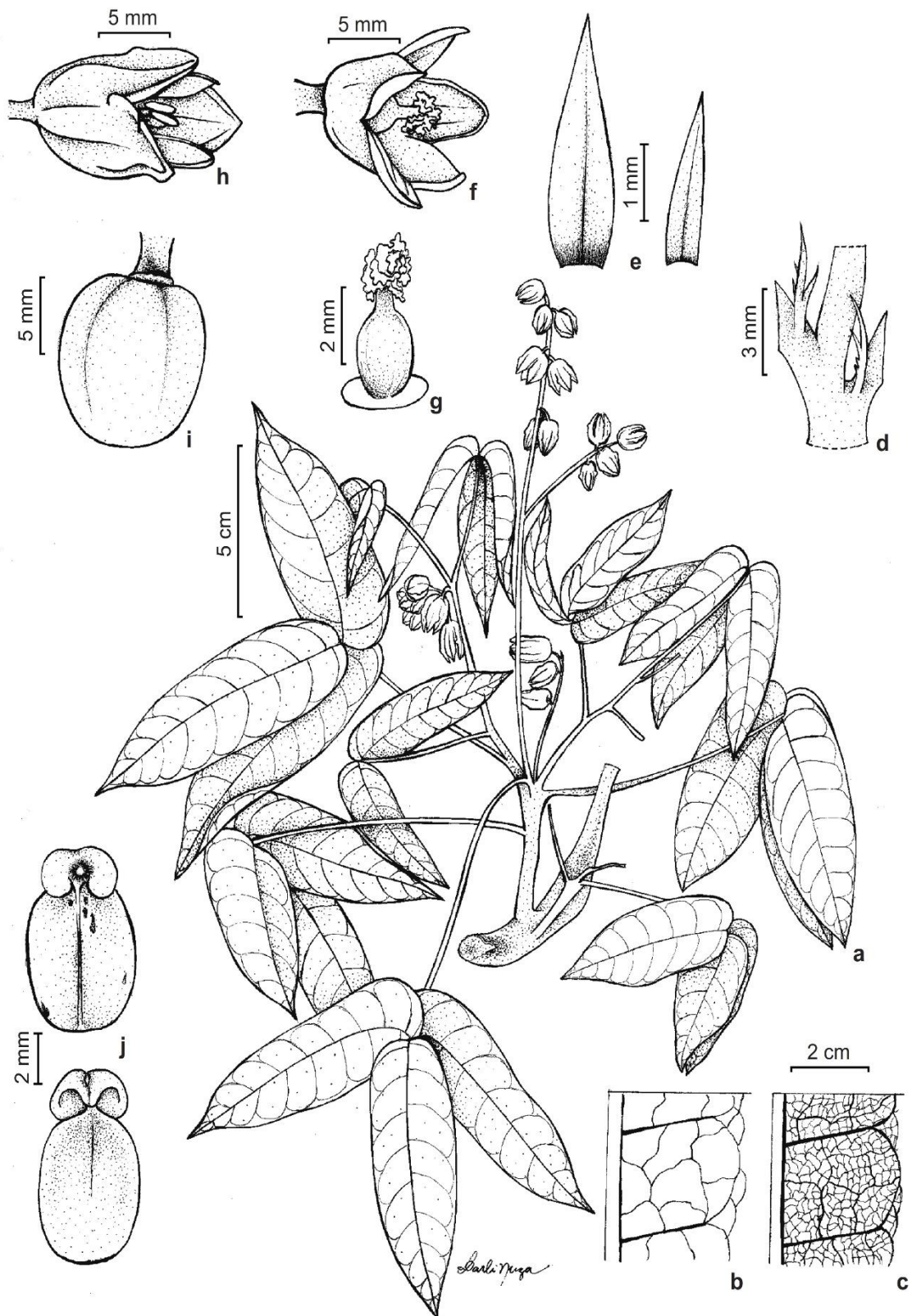


Figura 1 – a-j. *Manihot brasiliana* – a. hábito; b. detalhe de nervação foliar, face adaxial; c. detalhe de nervação foliar, face abaxial; d. estípulas; e. bráctea e bractéola (da esquerda para a direita); f. flor pistilada; g. gineceu; h. flor estaminada; i. cápsula; j. sementes (a-j. *Mendoza et al. 4150*).

Figure 1 – a-j. *Manihot brasiliana* – a. habit; b. detail of leaf venation, adaxial surface; c. detail of leaf venation, abaxial surface; d. stipules; e. bract and bracteole (from left to right); f. pistillate flower; g. gynoceium; h. staminate flower; i. capsule; j. seeds (a-j. *Mendoza et al. 4150*).

linear-lanceolados de 2–5 mm de comprimento e margem denteada, pelas inflorescências terminais formadas por um racemo central longo e 2–3 racemos laterais curtos com flores pistiladas na base, pelas brácteas e bractéolas caducas e pelas

flores pistiladas gamotépalas (Tab. 1). *Manihot brasiliana* é morfologicamente similar a *M. longepetiolata* Pohl, pelo hábito reduzido, folhas não peltadas e usualmente 3-lobadas, flores estaminadas globoso-campanuladas, sementes

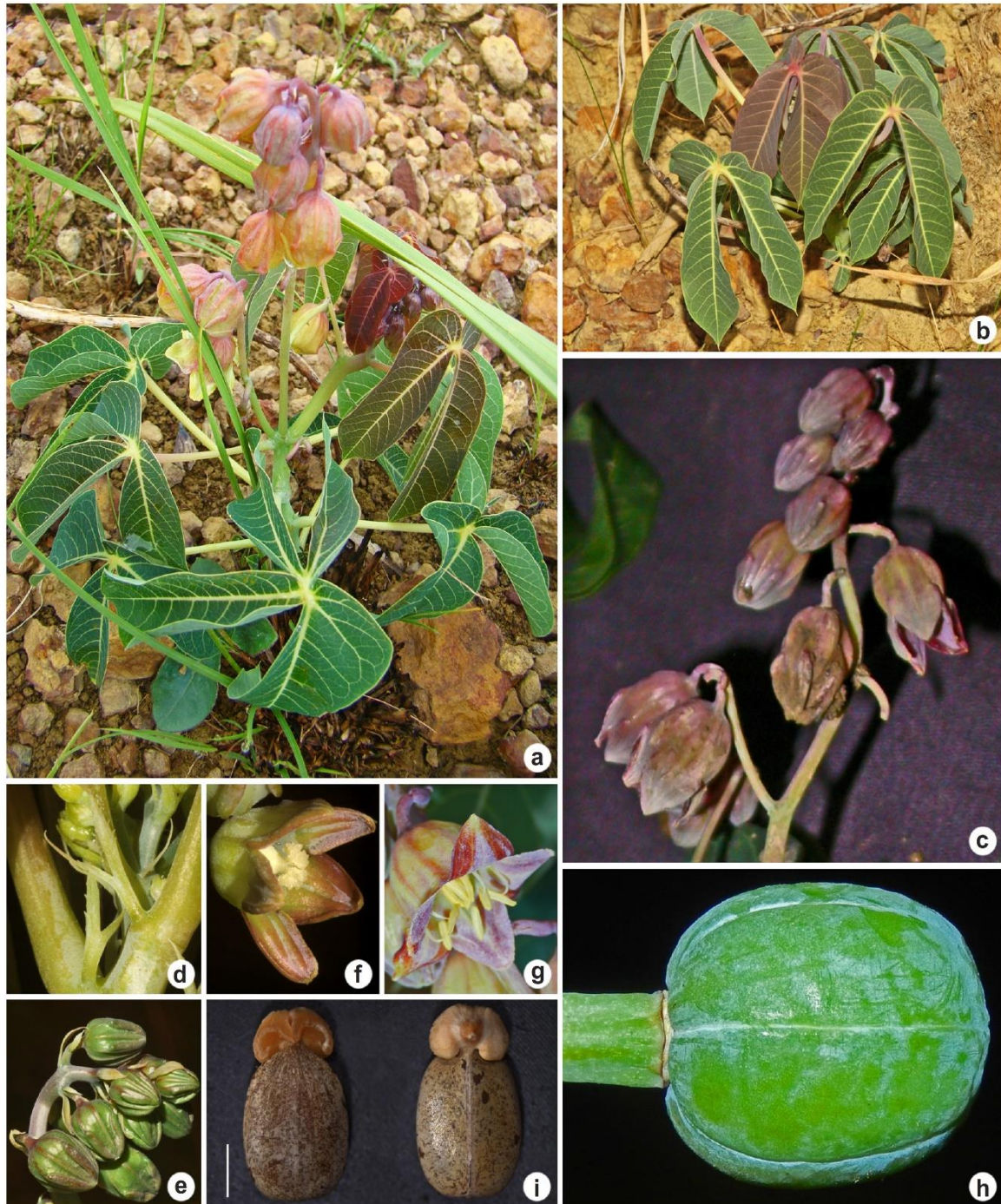


Figura 2 – a-i. *Manihot brasiliana* – a,b. hábito; c. inflorescência; d. estípulas; e. detalhe das brácteas e bractéolas; f. flor pistilada; g. flor estaminada; h. cápsula; i. sementes (a-i. Mendoza et al. 4150).

Figure 2 – a-i. *Manihot brasiliana* – a,b. habit; c. inflorescence; d. stipules; e. detail of bracts and bracteoles; f. pistillate flower; g. staminate flower; h. capsule; i. seeds (a-i. Mendoza et al. 4150).

Tabela 1 – Comparação de caracteres morfológicos entre *Manihot brasiliana*, *M. longepetiolata*, *M. congesta* e *M. porphyrantha*.
Table 1 – Comparison of morphological characters among *Manihot brasiliana*, *M. longepetiolata*, *M. congesta* and *M. porphyrantha*.

	<i>Manihot brasiliana</i>	<i>Manihot longepetiolata</i>	<i>Manihot congesta</i>	<i>Manihot porphyrantha</i>
Lâminas	3–5-lobadas, raro inteiras na base da inflorescência.	3-lobadas normalmente inteiras na base da inflorescência.	3-lobadas, nunca inteiras.	3-lobadas, nunca inteiras.
Estímulas	Linear-lanceoladas, 2–5 mm compr., margem denteada, caducas.	Setosas, 6–10 mm compr., margem inteira, persistentes.	Linear-lanceoladas, 15–25 mm compr., caducas.	Linear-lanceoladas, 15–20 mm compr., caducas.
Inflorescências	Terminal, laxa, 3–4 racemosa cada.	Lateral, laxa, panícula solitária (sem racemos laterais) cada.	Terminal, congesta, 3–4 racemos cada.	Terminal, congesta ao ápice dos pedúnculos, 2–3 racemos, cada.
Brácteas	Caducas, 3–4 mm compr., inteiras.	Persistentes, 3–4 mm compr., inteiras.	Caducas, 2–3 mm compr., inteiras.	Caducas, 2–2,5 mm compr., inteiras.
Cor das flores	Esverdeado-amareladas e atropupúreas ao ápice.	Verde-arroxeadas.	Salmão-esverdeadas.	Purpura roxo-escuras a atropupúreas.
Flores pistiladas	Gamotépalas.	Dialitépalas.	Dialitépalas.	Gamotépalas.
Estigmas	Levemente amplos, denso-papilosos.	Moderadamente amplos, ápice denso-papilosos.	Amplos, ápice denso-papilosos.	Amplos, ápice denso-papilosos.
Flores estaminadas	Globoso-campanuladas.	Globoso-campanuladas.	Longo tubular-campanuladas.	Globoso-campanuladas.

pequenas e elípticas, com carúncula fortemente proeminente e reniformes. *Manihot longepetiolata* difere de *M. brasiliana* pelas estímulas persistentes, setosas, 6–10 mm de comprimento com margem inteira, pelas inflorescências laterais, formadas por uma panícula simples e reduzida; pelas brácteas e bractéolas persistentes e pelas flores pistiladas dialitépalas, dispostas na base dos ramos primários das panículas.

Manihot congesta M. Mend. & T.B. Cavalc. *sp. nov.*

Tipo: BRASIL. GOIÁS: Água Fria de Goiás, ca 2,3 km da GO-118, sentido Estação Repetidora Telebrasil de Roncador, mais 10 m lado direito, 14°53'7"S, 47°33'26"W, 1.158 m, 30.X.2014, fl., *M. Mendoza, T.S. Reis & A.A. Santos 4340* (holótipo: CEN!; isótipos: K!, NY!, RB!, USZ!).

Figs. 3; 4

Species nova Manihot porphyranthae M. Mend. & T.B. Cavalc. affinis, sed distincta inflorescentia congesta, breve, < 3,5 cm longa (non longiore plus quam 4–9 cm longa), floribus femineis dialytepales (non gamotepales), floribus masculis valde tubulo-campanulatis (non globosis-campanulatis).

Subarbustos glabros, eretos, 8–20 cm alt., caule ereto solitário saindo de uma base lenhosa, raro um ramo reduzido saindo perto da base; ramificação ausente. Folhas não peltadas, pecioladas, alterno-espinaladas, congestas, com aparência de roseta, face adaxial verde escura, face abaxial glauca; estímulas caducas, linear-lanceoladas, 4–5 mm compr., margem inteira, ápice atenuado; pecíolos (2–)5–8(–10) cm compr.; lâminas membranáceas, 3-lobadas, lobos moderadamente sobrepostos nos sinus e na base; lobos centrais elípticos, (2,5–)4–6(–8) × (1–)2–3(–4) cm, margem inteira, ápice acuminado; nervação broquidódroma, nervuras primárias ligeiramente proeminentes na face abaxial, nervuras secundárias evidentes nas duas faces; lobos laterais ligeiramente reduzidos, assimetrias na base. Inflorescências multifloras, congestas, reduzidas, 1,5–3,5 cm compr., formadas por um racemo central longo e 1–2 racemos laterais curtos, todos saindo do mesmo ponto; brácteas caducas, lanceoladas, 2–3 × 0,8–1 mm, margem inteira, ápice atenuado; bractéolas caducas, reduzidas. Flores pediceladas, salmão-esverdeadas, botões mais escuros; pedicelos das flores estaminadas 2–3 mm compr., das flores pistiladas 5–8 mm compr.;

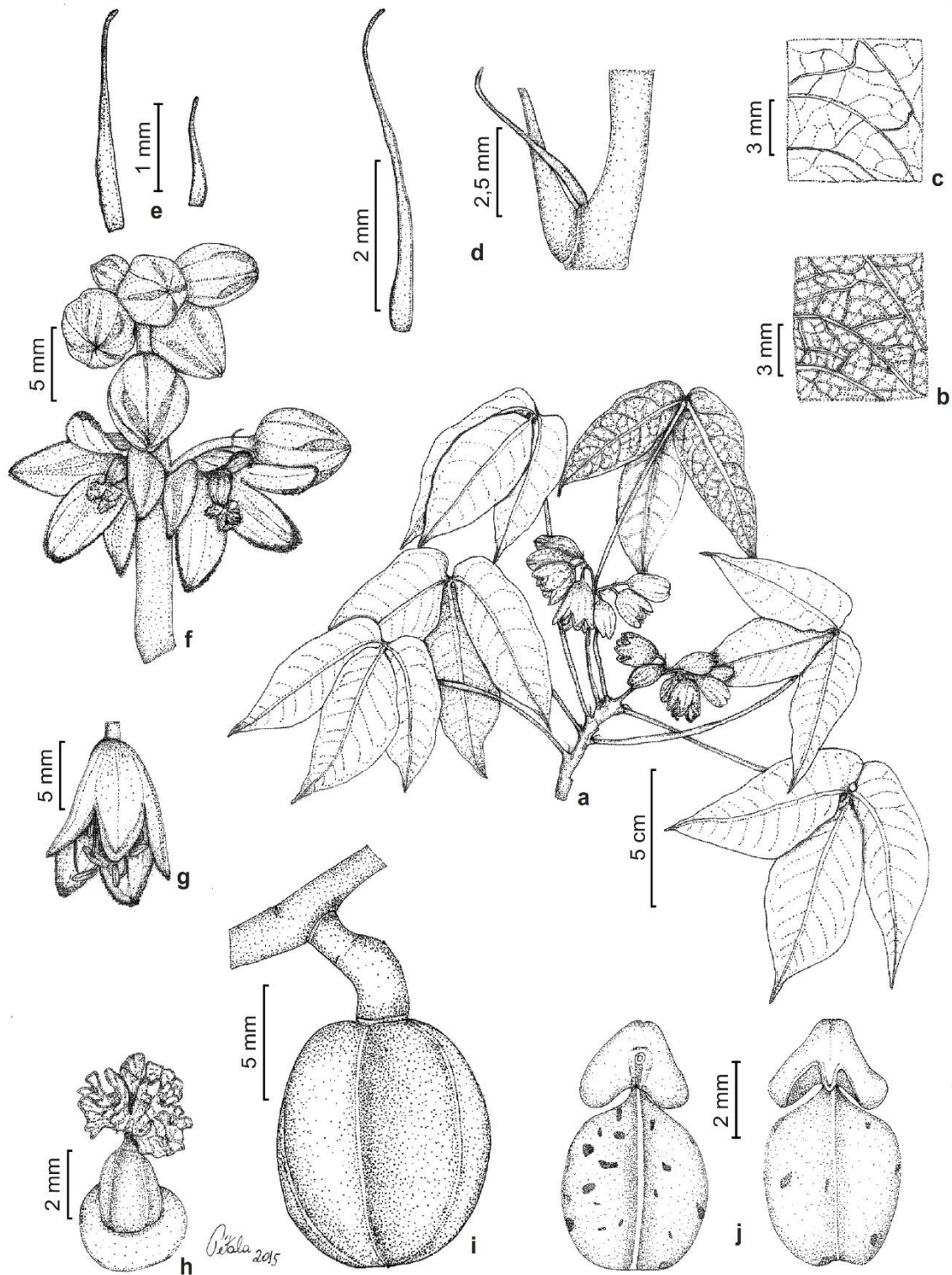


Figura 3 – a-j. *Manihot congesta* – a. hábito; b. detalhe de nervação foliar, face abaxial; c. detalhe de nervação foliar, face adaxial; d. estípulas; e. bráctea e bractéola (da esquerda para a direita); f. inflorescência com flores pistiladas; g. flor estaminada; h. gineceu; i. cápsula; j. sementes (a-h. Mendoza et al. 4340; i,j. Mendoza et al. 4112).

Figure 3 – a-j. *Manihot congesta* – a. habit; b. detail of leaf venation, abaxial surface; c. detail of leaf venation, adaxial surface; d. stipules; e. bract and bracteole (from left to right); f. inflorescence with pistillate flowers; g. staminate flower; h. gynoecium; i. capsule; j. seeds (a-h. Mendoza et al. 4340; i,j. Mendoza et al. 4112).

flores estaminadas tubular-campanuladas, 9–10 × 5–6 mm, tubo floral 6–7 mm compr., lobos das tépalas levemente abertos, não reflexos, 3–4 mm compr., margem inflexa, papilosa na face interna; estames didínamos; flores pistiladas dialitépalas, campanuladas, levemente abertas, 6–8 × 5–6

mm, tépalas levemente reflexas, margem papilosa na face interna; ovário subcônico, pistilos com estigmas amplos, rosa-salmão, ápice denso-papiloso. Cápsulas subglobosas, 10–12 × 9–10 mm, lisas, verde-glaucas; alas ausentes, depressões lineares laterais. Sementes subelípticas, 6–7 ×



Figura 4 – a-i. *Manihot congesta* – a-b. hábito; c. inflorescência; d. estípulas; e. detalhe das brácteas e bractéolas; f. flor pistilada; g. flor estaminada; h. cápsula; i. sementes (a-g. *Mendoza et al.* 4340; h,i. *Mendoza et al.* 4112).

Figure 4 – a-i. *Manihot congesta* – a-b. habit; c. inflorescence; d. stipules; e. detail of bracts and bracteoles; f. pistillate flower; g. staminate flower; h. capsule; i. seeds (a-g. *Mendoza et al.* 4340; h,i. *Mendoza et al.* 4112).

4,5–5 mm; carúncula fortemente proeminente, reniforme, ápice rotundo.

Material adicional examinado: BRASIL. GOIÁS: Água Fria de Goiás, ca. 2,3 km da GO-118 por estrada de terra para a Estação Repetidora Telebrasil de Roncador, mais 200 m lado esquerdo, área do córrego, 14°53'4"S, 47°33'15"W, 1.156 m, 4.II.2014, fr., *M. Mendoza et al.* 4112 (CEN, K, NY, USZ); Estação Repetidora Telebrasil de Roncador, 1.200 m, 30.XI.1992, fr., *G. Hatschbach & M. Hatschbach* 58320 (CEN, MBM).

Endêmica do estado de Goiás, onde ocorre em áreas montanhosas, em vegetação preservada de campo limpo, campo sujo, em áreas planas ou de encostas moderadas, em solo cascalhento esbranquiçado, aos 1.150–1.200 m. Coletada com flores de outubro a novembro e com frutos de novembro a março.

O epíteto específico faz alusão à inflorescência com flores numerosas e densamente dispostas em racemos reduzidos.

Manihot congesta pode ser reconhecida pelas inflorescências fortemente reduzidas, congestas, 1,5–3,5 cm de comprimento, pelas flores pistiladas dialitépalas e flores estaminadas longo-tubulosas, campanuladas. *Manihot congesta* é morfologicamente similar a *M. prophyrantha* M. Mend. & T.B. Cavalc., pelo hábito reduzido, folhas 3-lobadas, estípulas linear-lanceoladas de margem inteira, brácteas e bractéolas caducas e reduzidas, frutos subglobosos e não alados. *Manihot prophyrantha* difere de *M. congesta* pelas inflorescências laxas, 4–9 cm comprimento, concentradas na região distal dos pedúnculos, pelas flores pistiladas gamotépalas, flores estaminadas globoso-campanuladas e flores de cor atropurpúrea (Tab. 1).

Manihot incisa M. Mend. & T.B. Cavalc. *sp. nov.*
Tipo: BRASIL. GOIÁS: Água Fria de Goiás, Fazenda Horizonte, ca. 9 km do trevo GO-230, indo pela trilha para Central Genética Umburana, mais 500 m à esquerda e logo 500 m NW, 15°36'23"S, 48°11'46"W, 1.027 m, 20.XI.2015, fl., *M. Mendoza, M.F. Simon, T.K.M. Arquelão & R.C. Pires* 5076 (holótipo: CEN!; isotipos: K!, LPB!, NY!, RB!, UB!, USZ!). Figs. 5; 6

Species nova debilis rosularis affinis Manihot nogueirae Allem, sed glabrerrima (non manifeste tomentosa), stipulis pinnatifidis segmentis linearibus (non setactis bi-trifidis), inflorescentia laxa (non congesta), floribus longis, angustis tubulo-campanulatis, (non brevibus globoso-campanulatis), antheris similibus magnitudinis (non didymanous) differt.

Subarbustos glabros, eretos, 10–25 cm alt., caule solitário ereto saindo de uma base lenhosa; ramificação ausente ou às vezes 2–3 saindo próximo à base. Folhas estreito peltadas, pecioladas, alterno-espiraladas, congestas, com aparência de roseta, face adaxial verde, face abaxial glauca; estípulas persistentes, linear-pinatífidas, (10–)15–27 mm compr., ou às vezes 2–3 segmentos linear-pinatífidos saindo do mesmo ponto, margem denteada, ápice linear-agudo; pecíolos (2,5–)6–10(–15) cm compr.; lâminas membranáceas, 7–9-lobadas, lobos não sobrepostos; lobos centrais incisos a pinadamente lobulados, (2–)3–4,5(–5,5) × 1–2(–3,5) cm, lóbulos inteiros ou às vezes 1–3-denteados, ápice acuminado-ciliado; nervação craspedódroma, nervuras primárias levemente proeminentes na face abaxial, nervuras secundárias evidentes nas duas faces; lobos laterais gradualmente reduzidos. Inflorescências paucifloras, laxas, reduzidas, 3–6 cm compr., formada por um racemo central longo e 1–2 racemos laterais curtos, todos saindo do mesmo ponto; brácteas persistentes, linear-lanceoladas, 8–13 × 0,5–1 mm, margem inteira, raro 1–3-denteada, ápice atenuado, bractéolas persistentes, reduzidas. Flores pediceladas, salmão intenso a laranja-salmão, mais escuras em botão; pedicelos das flores estaminadas 10–15 mm compr., das flores pistiladas 4–6 mm compr.; flores estaminadas longo tubular-campanuladas, 12–15 × 8–10 mm, tubo floral 8–10 mm compr., lobos das tépalas suavemente abertos a reflexos, 4–5 mm compr., margem lisa; estames todos do mesmo tamanho; flores pistiladas gamotépalas, campanuladas, abertas 9–11 × 5–6 mm, tubo floral 5–6 mm compr.; lobos das tépalas suavemente abertos a reflexos, 4–5 mm compr., margem lisa; ovários elípticos, pistilos com estigmas reduzidos, salmão a rosado intenso, ápice levemente papiloso. Cápsulas subcilíndricas a globosas, 8–9 × 7–8 mm, lisas, verde-glaucas; alas ausentes, depressões laterais finas. Sementes elípticas 6–7 × 3,5–4 mm; carúncula fortemente proeminente, reniforme, ápice rotundo, bilobado.

Material adicional examinado: BRASIL. GOIÁS: Água Fria de Goiás, Fazenda Horizonte, ca. 9 km do trevo GO-230, indo pela trilha para Central Genética Umburana, mais 500 m a esquerda e logo 500 m NW, 15°54'36"S, 47°48'46"W, 1.002 m, 5.VI.2015, fr., *M. Mendoza et al.* 5023 (CEN, USZ); GO-237, ca. 37,3 km do trevo GO-118, sentido Niquelândia, 14°52'42"S, 47°49'15"W, 1.012 m, 13.V.2016, fl., *M. Mendoza et al.* 5255 (CEN, K, LPB, NY, RB, USZ); GO-237, ca. 38,5 km do trevo GO-118, e entrando ca. 4,2 km sentido

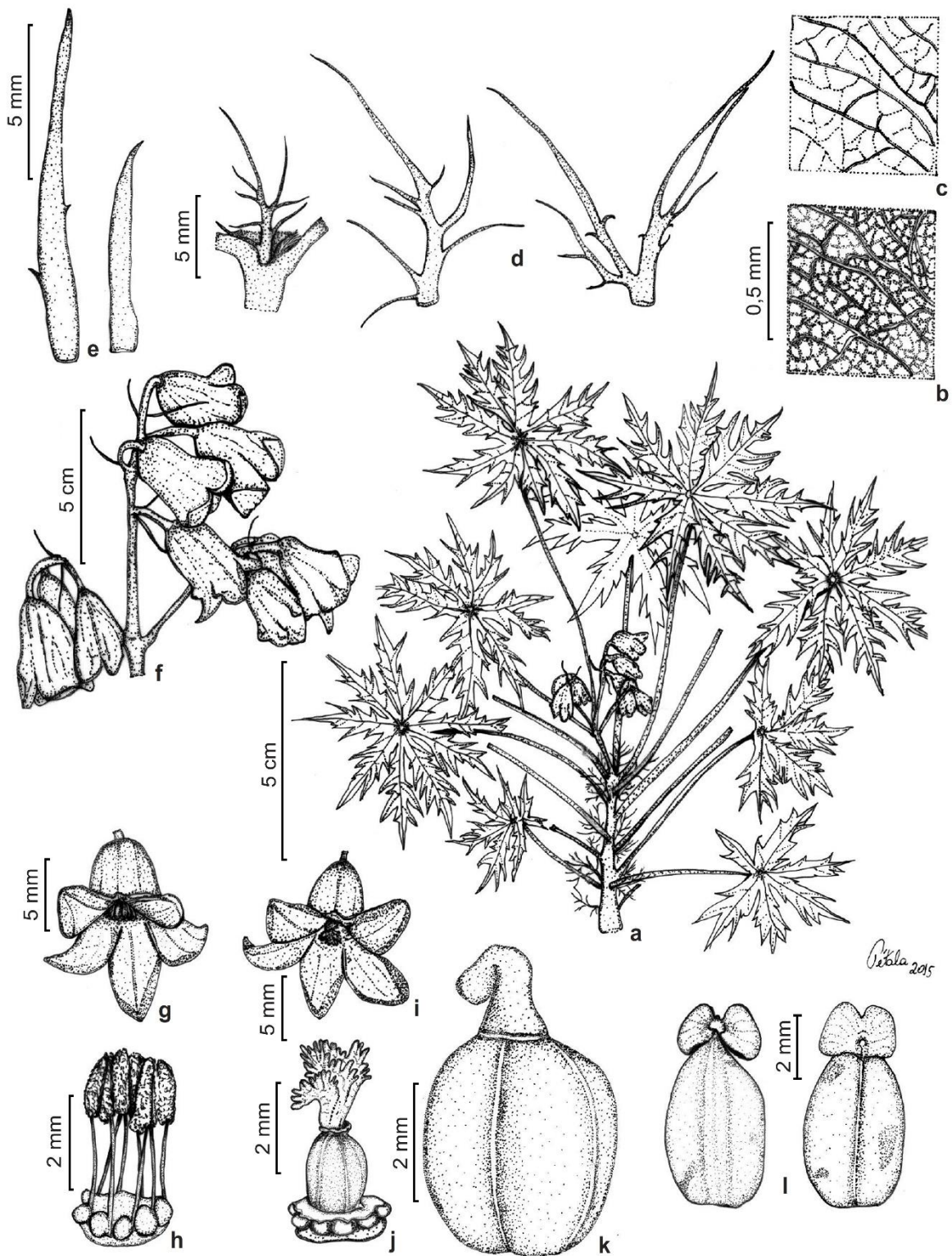


Figura 5 – a-l. *Manihot incisa* – a. hábito; b. detalhe de nervação foliar, face abaxial; c. detalhe de nervação foliar, face adaxial; d. estípulas mostrando forte variação morfológica; e. bráctea e bractéola (da esquerda para a direita); f. inflorescência; g. flor estaminada; h. estames todos do mesmo tamanho; i. flor pistilada; j. gineceu; k. cápsula; l. sementes (a-j. *Mendoza et al. 5076*; k,l. *Mendoza et al. 5023*).

Figure 5 – a-l. *Manihot incisa* – a. habit; b. detail of leaf venation, abaxial surface; c. detail of leaf venation, adaxial surface; d. stipules showing strong morphologic variation; e. bract and bracteole; f. inflorescence; g. staminal flower; h. stamens all of the same size; i. pistillate flower; j. gynoecium; k. capsule; l. seed. (a-j. *Mendoza et al. 5076*; k,l. *Mendoza et al. 5023*).

Fazenda Bálsamo, 14°54'10"S, 47°51'20"W, 1.038 m, 20.XI.2015, fl., *M. Mendoza et al. 5083* (CEN, K, NY, USZ).

Espécie endêmica do estado de Goiás. Conhecida de zonas montanhosas, áreas preservadas de campo sujo e cerrado ralo, normalmente em

encostas moderadas a pronunciadas, até em locais planos, em solo cascalhento e esbranquiçado, aos 1.000–1.050 m. Coletada com flores de outubro a janeiro e com frutos de dezembro a junho.

O epíteto específico alude às folhas com lobos incisos.



Figura 6 – a-i. *Manihot incisa* – a,b. hábito; c. inflorescência; d. estípulas; e. detalhe das brácteas e bractéolas; f. flor pistilada; g. flor estaminada; h. cápsula; i. sementes (a,c-g. *Mendoza et al. 5076*; b,h,i. *Mendoza et al. 5023*).

Figure 6 – a-i. *Manihot incisa* – a,b. habit; c. inflorescence; d. stipules; e. detail of bracts and bracteoles; f. pistillate flower; g. staminate flower; h. capsule; i. seeds (a,c-g. *Mendoza et al. 5076*; b,h,i. *Mendoza et al. 5023*).

Manihot incisa é caracterizada pelo porte pequeno, hábito delicado similar a roseta e completamente glabro, pelas estípulas linear-pinatifidas, pelas inflorescências laxas com flores estaminadas longas, tubular-campanuladas, com estames todos do mesmo tamanho. *Manihot incisa* é morfológicamente similar a *M. nogueirae* Allem pelo hábito com folhas similar a roseta, estípulas persistentes, folhas lobadas com lobos incisos, flores pistiladas gamotépalas e frutos não alados. *Manihot nogueirae* se diferencia pelo indumento denso-tomentoso, estípulas nunca pinatifidas, inflorescências congestionadas, flores estaminadas globoso-campanuladas, androceu didínamos (Tab. 2).

Manihot pinatiloba M. Mend. & T.B. Cavalc.
sp. nov.

Tipo: BRASIL. GOIÁS: Água Fria de Goiás, ca 2,3 km da GO-118 sentido Estação Repetidora Telebrasilândia de Roncador, mais 15 m lado direito,

14°53'9"S, 47°33'23"W, 1.158 m, 30.X.2014, fl., *M. Mendoza, T.S. Reis & A.A. Santos 4341* (holótipo: CEN!; isótipos: LPB!, NY!, RB!, USZ!). Figs. 7; 8

Species nova Manihot attenuatae Müll. Arg., *affinis sed distincta foliis pinnatilobatis (non integris), ca. 40 venis secundaris instructis, irregulariter dispositis interdum ad angulum 45°, interdum 90°, et interdum 110° patentibus (non ca. 50–65 fere rectangularibus, ad subangulum 80–90° patentibus), estipulis linearo-lanceolatis, plus quam 8–15 mm longis et dentatis (non setaceis, < 5 mm longis nec integra), inflorescentia 3–4-racemis (non uni-racema).*

Subarbustos glabros, eretos, 10–25 cm alt., caule solitário ereto saindo de uma base lenhosa; ramificação ausente, ou raro um ramo pequeno saindo próximo à base. Folhas não peltadas, sésseis, rosuladas, face adaxial verde-pálido, face abaxial glauca, com uma linha púrpura na margem; estípulas tardio-caducas, linear-lanceoladas,

Tabela 2 – Diferencias morfológicas entre *Manihot incisa* em relação a *M. nogueirae*, e *Manihot pinatiloba* em relação a *M. attenuata*.

Table 2 – Morphological differences between *Manihot incisa* in relation to *M. nogueirae*, and between *Manihot pinatiloba* and *M. attenuata*.

	<i>Manihot incisa</i>	<i>Manihot nogueirae</i>	<i>Manihot pinatiloba</i>	<i>Manihot attenuata</i>
Indumento	Glabra em todas suas partes	Densamente tomentosa em todas suas partes	Glabra em todas suas partes	Glabra em todas suas partes
Estípulas	Linear-pinatifidas simples ou às vezes 2–3-sectadas, segmentos linear-pinatifidos, 10–27 mm compr.	Setáceas simples ou 2–3-sectadas, 10–27 mm compr., margem inteira	Linear-lanceoladas, 8–15 mm compr., margem dentada	Setáceas, < 5 mm compr., margem inteira
Inserção foliar e lâmina	Brevemente peltadas, 7–9-lobadas	Não peltadas, 5–9-lobadas	Não peltadas, pinadamente 3–7-lobadas	Não peltadas, inteiras
Folhas, nervuras secundárias	Poucas (menos de 20) formando ângulos, ca. 45° em relação às primárias	Poucas (menos de 20) formando ângulos, ca. 45° em relação às primárias	Numerosas (menos de 40) formando ângulos desordenados em relação às primárias	Muito numerosos (50–60) formando ângulos entre 80–90° em relação às primárias
Inflorescências	Laxas, pauciflora, 2–3 racemos cada	Congestas, pauciflora, 3–4 racemos cada	Laxas, multiflora, 3–4 racemos cada	Laxas, multiflora, racemo solitário
Brácteas	Linear-lanceoladas, inteiras, 8–13 mm compr.	Estreitamente elípticas 3 denteado-sectadas no ápice, 8–15 mm compr.	Linear-lanceoladas, inteiras, 2–3 mm compr.	Linear-lanceoladas, inteiras, 4–5 mm compr.
Flores estaminadas	Longas tubular-campanuladas	Globoso-campanuladas	Curtas globoso-campanuladas	Curtas globoso-campanuladas
Estames	Do mesmo tamanho	Didínamos	Didínamos	Didínamos
Frutos	Subcilíndricos	Cônicos	Subcilíndricos	Não visto

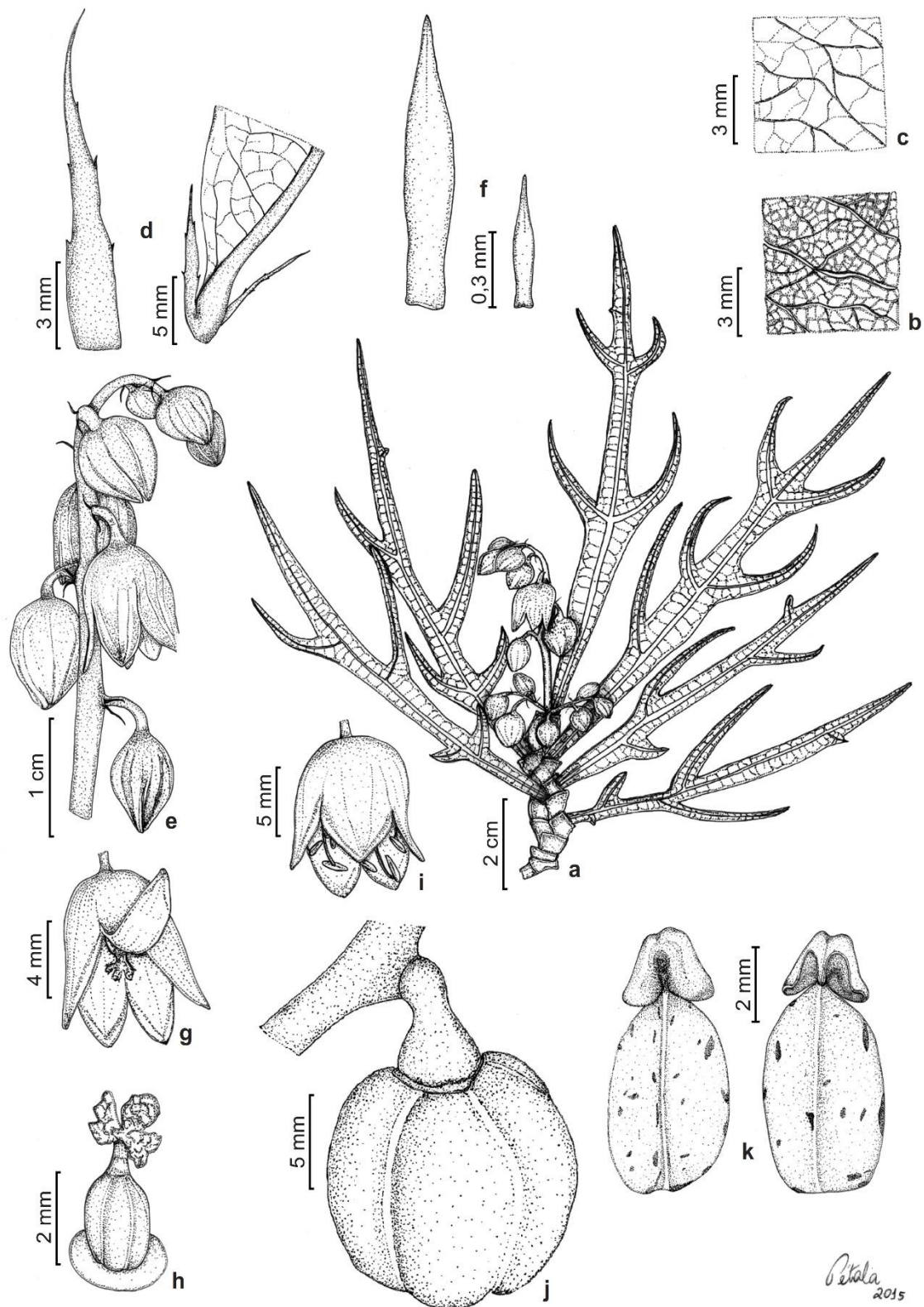


Figura 7 – a-k. *Manihot pinatiloba* – a. hábito; b. detalhe de nervação foliar, face abaxial; c. detalhe de nervação foliar, face adaxial; d. estípulas; e. inflorescência; f. bráctea e bractéola (da esquerda para a direita); g. flor pistilada; h. gineceu; i. flor estaminada; j. cápsula; k. sementes (a-h. Mendoza et al. 4341; i-k. Mendoza et al. 4107).

Figure 7 – a-k. *Manihot pinatiloba* – a. habit; b. detail of leaf venation, abaxial surface; c. detail of leaf venation, adaxial surface; d. stipules; e. inflorescence; f. bract and bracteole (from left to right); g. pistillate flower; h. gynoecium; i. staminate flower; j. capsule; k. seeds (a-h. Mendoza et al. 4341; i-k. Mendoza et al. 4107).

(8–)10–15 mm compr., margem denteada, ápice atenuado; lâminas membranáceas, base decurrente, pinadamente 3–7-lobadas, (8,5–)12–20(–25) × (0,8–)1–2(–2,5) cm, lobo apical usualmente pandurado, margem inteira, ápice agudo; nervação camptódodroma, nervuras primárias proeminentes

na face abaxial; nervuras secundárias, < 40 na lâmina central, formando ângulos desordenados em relação às primárias; lobos laterais muito variáveis em comprimento, 1,5–10 cm, margem inteira. Inflorescências multifloras, laxas, 5–10 cm compr., formada por um racemo central longo

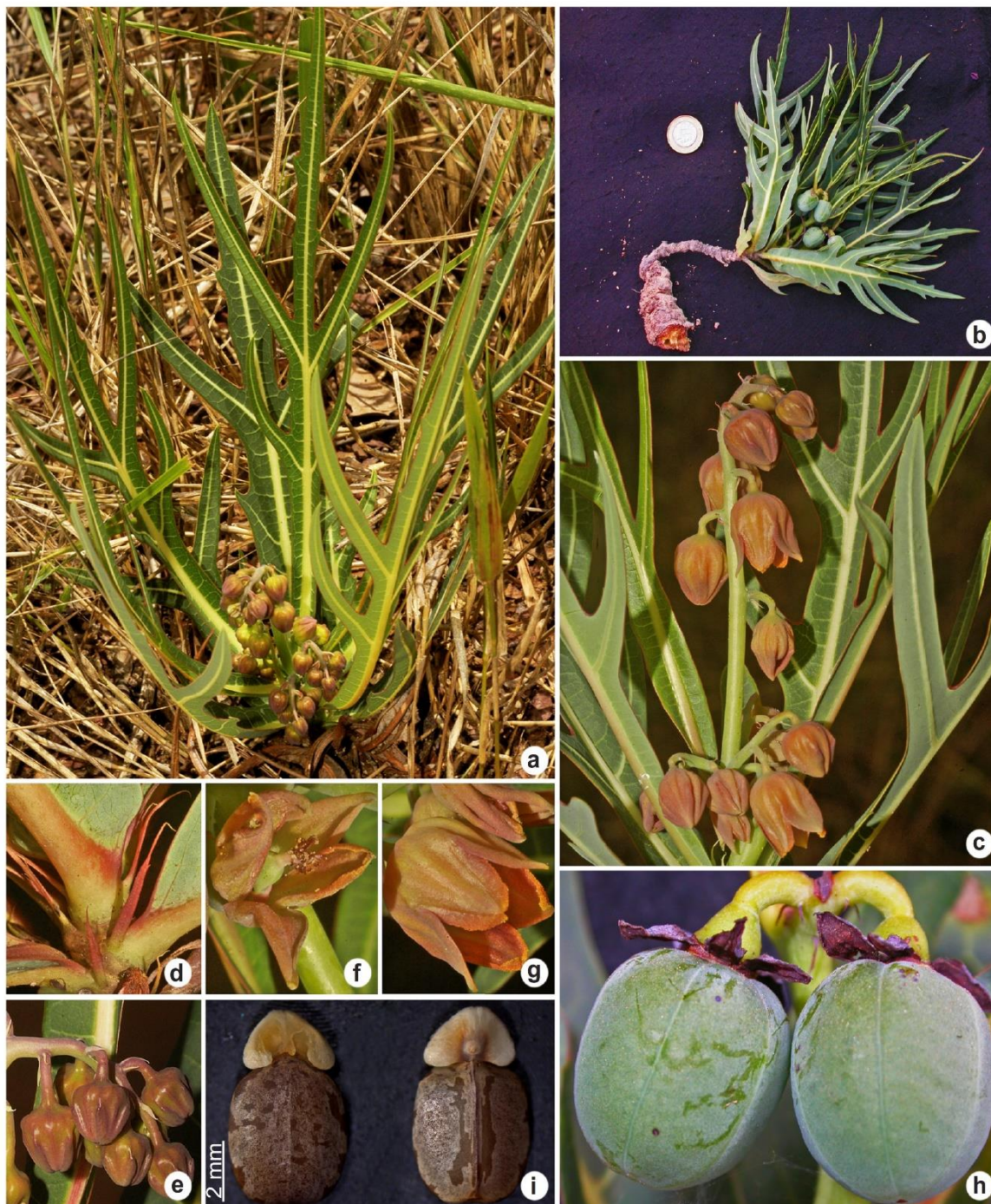


Figura 8 – a-i. *Manihot pinatiloba* – a,b. hábito; c. inflorescência; d. estípulas; e. detalhe das brácteas e bractéolas; f. flor pistilada; g. flor estaminada; h. cápsula; i. sementes (a,c-g. *Mendoza et al. 4341*; b,h,i. *Mendoza et al. 4107*).

Figure 8 – a-i. *Manihot pinatiloba* – a,b. habit; c. inflorescence; d. stipules; e. detail of bracts and bracteoles; f. pistillate flower; g. staminate flower; h. capsules; i. seeds (a,c-g. *Mendoza et al. 4341*; b,h,i. *Mendoza et al. 4107*).

e 2–3 racemos laterais curtos, todos saindo do mesmo ponto; brácteas tardio-caducas, linear-lanceoladas, 2–3 × 0,3–0,5 mm, margem inteira, raro 1–3-denteada, ápice atenuado; bractéolas tardio-caducas, reduzidas. Flores pediceladas, salmão intenso a laranja-salmão, mais escuras em botão; pedicelos das flores estaminadas 3–5 mm compr., nas flores pistiladas 5–6 mm compr.; flores estaminadas curtas, globoso-campanuladas, 8–10 × 6–8 mm, tubo floral 3–4 mm compr., lobos das tépalas abertos a suavemente reflexos, 5–6 mm compr., margem inflexa, papilosa na face interna; estames didínamos; flores pistiladas dialitépalas, campanuladas, abertas, 5–7 × 5–6 mm, tépalas levemente reflexas, margem inflexa e papilosa na face interna; ovários ovoides, pistilos com estigmas amplos, salmão-purpúreos, ápice discretamente papiloso. Cápsulas subcilíndricas, 11–13 × 11–12 mm, lisas, verde-glaucas; alas ausentes, depressões laterais finas. Sementes elípticas, 6–7 × 4–4,5 mm; carúncula fortemente proeminente, reniforme, ápice obtuso.

Material adicional examinado: BRASIL. GOIÁS: Região do Maranhão Superior, IX.1892, fl., *E. Ule* 782 (R). Água Fria de Goiás, ca 1,5 km da GO-118 por estrada de terra para a Estação Repetidora Telebrasiléia de Roncador, e entrando, ca. 50 m ao lado esquerdo, 14°53'1"S, 47°33'49"W, 1.018 m, 4.II.2014, fr., *M. Mendoza et al.* 4107 (CEN, UB, USZ); ca 2,3 km da GO-118 por estrada de terra para a Estação Repetidora Telebrasiléia de Roncador, e entrando, ca. 15 m lado direito, 14°53'9"S, 47°33'22"W, 1.166 m, 4.II.2014, fr., *M. Mendoza et al.* 4114 (CEN, USZ); ca 52,5 km na GO-118 passando São Gabriel para São João d'Aliança, e 2,2 km por estrada de terra, 14°49'54"S, 47°32'55"W, 1.083 m, 10.II.2014, fr., *M. Mendoza et al.* 4120 (CEN); Estação Repetidora Telebrasiléia de Roncador, 1.000 m, 30.XI.1992, fr., *G. Hatschbach & M. Hatschbach* 58296 (CEN, MBM). São João d'Aliança, 1 km à esquerda depois da Fazenda Atos Hotel, para Estrada do Vãozinho, 17.XII.2009, fr., *R.G. Chacón & J.E. Faria Jr.* 585 (UB, CEN). São João d'Aliança - Alto Paraíso, GO-118, ca. 2 km passando o Hotel Fazenda Atos, e 3,8 km na estrada para Vãozinho, 14°39'27,3"S, 47°32'11,1"W, 1.023 m, 10.II.2014, fr., *M. Mendoza et al.* 4121 (CEN, RB, USZ).

Espécie endêmica de Goiás, ocorrendo em zona montanhosa, áreas preservadas de campo limpo, campo sujo, cerrado ralo e áreas de transição, bem como em áreas planas ou encostas moderadas a fortemente pronunciadas, em solo rochoso ou cascalhento, aos 1.000–1.170 m. Coletada com flores em outubro a dezembro e com frutos de novembro a abril.

O epíteto específico deriva das folhas pinadamente lobadas, um carácter evidente e

distintivo deste táxon em relação a todas as espécies do gênero.

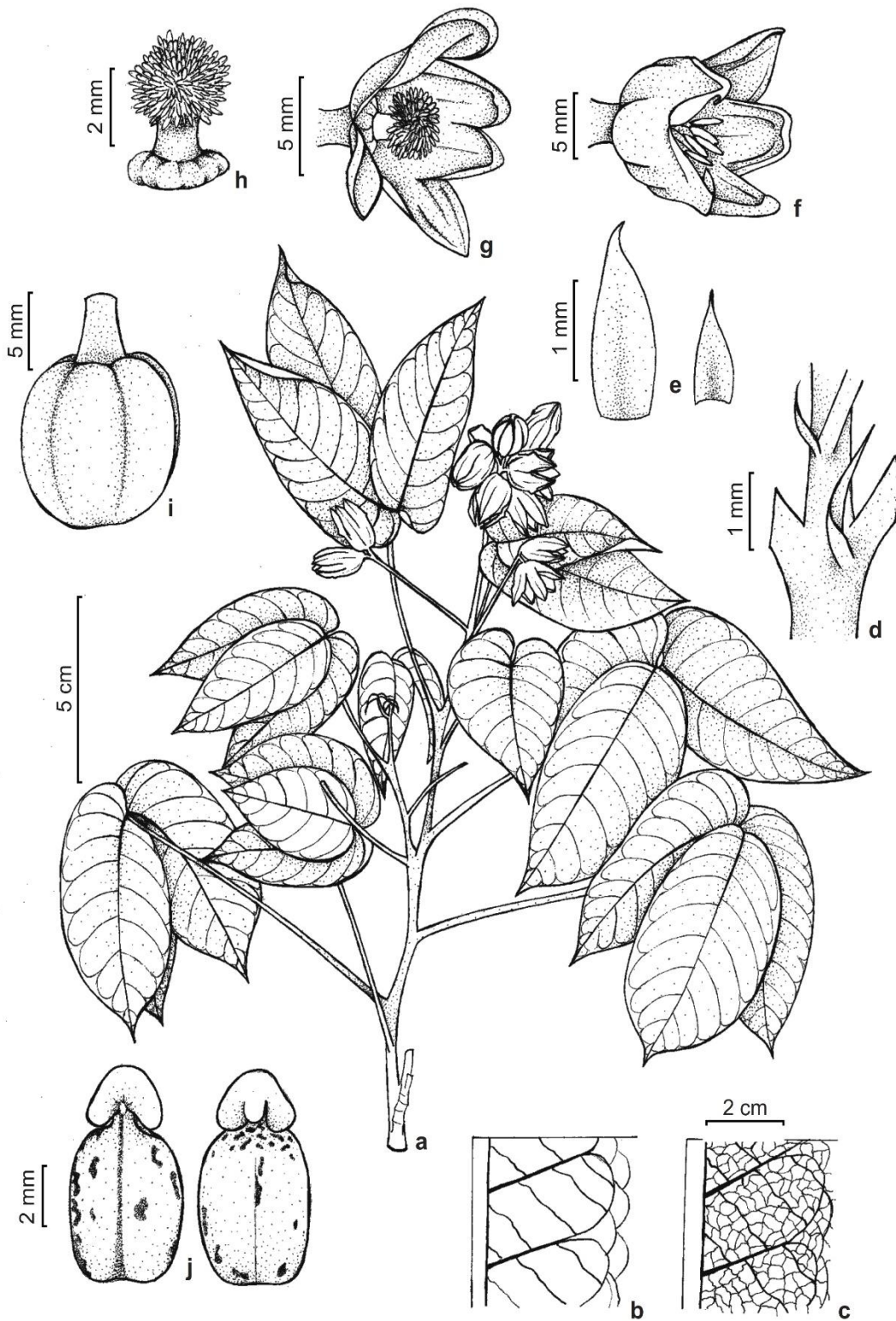
Manihot pinatiloba é caracterizada pelas folhas pinadamente 3–7-lobadas, com < 40 nervuras secundárias na lâmina central, formando ângulos desordenados em relação às nervuras primárias, pelas estípulas linear-lanceoladas com margem denteada e pelas inflorescências formadas por um racemo central longo e 2–3 racemos laterais reduzidos. Morfologicamente, *M. pinatiloba* é similar a *M. attenuata* Müll. Arg. pelo porte reduzido, com folhas sésseis, em roseta, pelas folhas sésseis, brácteas e bractéolas inteiras e flores pediceladas. *Manihot attenuata* difere de *M. pinatiloba* pelas folhas inteiras com 50–60 nervuras secundárias formando ângulos de 80–90° em relação às nervuras primárias, estípulas setáceas de margem inteira e inflorescência em racemos solitários (Tab. 2).

Manihot porphyrantha M. Mend. & T.B. Cavalc. *sp. nov.*

Tipo: BRASIL. GOIÁS: Niquelândia, Norte de Padre Bernardo, ca 44 km do trevo GO-230, 14°50'15"S, 48°13'29"W, 1.080 m, 4.XI.2014, fl., *M. Mendoza, A.A. Santos & T.S. Reis* 4368 (holótipo: CEN!; isotipos: K!, NY!, RB!, UB!, USZ!). Figs. 9; 10

Species nova affinis Manihot congesta M. Mend. & T.B. Cavalc. *sed ab ea floribus in racemis disposita et congesta at apicem (non congestis at basem), floribus atropurpureis vel nigricantibus et globoso-campanulatis (non violaceo-pruinosis nec tubulato-campanulatis), floribus femineis gamotepalis (non dialytepalis), stigma magno, in apicem papillilossimo (non parvo nec pauciloba).*

Subarbustos eretos, 15–25 cm alt., caule ereto, saindo de uma base lenhosa; ramificação ausente, raro um ramo pequeno saindo próximo à base. Folhas não peltadas, pecioladas, alternospiraladas, glabras, falcadas em vista lateral, face adaxial verde pálido, face abaxial glauca; estípulas caducas, setáceas, 1,5–2 mm compr., margem denteada, ápice atenuado, glabras; pecíolos (3–)6–12(–15) cm compr.; lâminas membranáceas, 3-lobadas, lobos fortemente sobrepostos nos sinus e na base; lobos centrais elípticos, (4–)5–8 × (1,5–)2,5–3,5 cm, margem inteira, ápice acuminado-atenuado, glabros; nervação camptódodroma, nervuras primárias proeminentes na face abaxial, nervuras secundárias evidentes nas duas faces; lobos laterais suavemente reduzidos, assimétricos na base. Inflorescências multifloras, flore agrupadas



Carli Fogaça

Figura 9 – a-j. *Manihot porphyrantha* – a. hábito; b. detalhe nervação foliar, face adaxial; c. detalhe nervação foliar, face abaxial; d. estípulas; e. bráctea e bractéola (da esquerda para direita); f. flor estaminada; g. flor pistilada; h. gineceu; i. cápsula; j. sementes (a-h. *Mendoza et al. 4368*; i,j. *Mendoza et al. 5075*).

Figure 9 – a-j. *Manihot porphyrantha* – a. habit; b. detail of leaf venation, adaxial surface; c. detail of leaf venation, abaxial surface; d. stipules; e. bract and bracteole (from left to right); f. staminate flower; g. pistillate flower; h. pistil; i. capsule; j. seed (a-h. *Mendoza et al. 4368*; i,j. *Mendoza et al. 5075*).

na região distal dos pedúnculos, 3–6(–9) cm compr., formada por um racemo central longo e 1–2 racemos laterais curtos, todos saindo do mesmo ponto; brácteas caducas, linear-lanceoladas, 2–2,5 × 0,8–1 mm, margem inteira, ápice acuminado, glabras; bractéolas caducas, reduzidas. Flores curto-

pediceladas, glabras na face externa, pubescentes na face interna, roxo-escuras a atropurpúreas, botões mais escuros; pedicelos das flores estaminadas 0,5–1 mm compr., das flores pistiladas 2–3 mm compr.; flores estaminadas globoso-campanuladas, 13–16 × 10–13 mm, tubo floral 8–9 mm compr.,



Figura 10 – a-i. *Manihot porphyrantha* – a,b. hábito; c. inflorescência; d. estípula; e. detalhe das brácteas e bractéolas; f. flor pistilada; g. flor estaminada; h. cápsula; i. sementes (a-g. Mendoza et al. 4368; h,i. Mendoza et al. 5075).

Figure 10 – a-i. *Manihot porphyrantha* – a,b. habit; c. inflorescence; d. stipule; e. detail of bracts and bracteoles; f. pistillate flower; g. staminate flower; h. capsules; i. seeds (a-g. Mendoza et al. 4368; h,i. Mendoza et al. 5075).

lobos das tépalas suavemente abertos, não reflexos, 5–7 mm compr., margem inflexa, papilosa na face interna; estames didínamos; flores pistiladas gamotépalas, globoso-campanuladas, levemente abertas, 7–8 × 6–7 mm, tubo floral 3–6 mm compr.; lobos das tépalas abertos (não reflexos), 3–4 mm compr., margem inflexa, papilosa na face interna; ovário elíptico, pistilos com estigmas amplos, atropurpúreos, ápice denso-papiloso. Cápsulas subglobosas, 11–12 × 10–11 mm, lisas, verde-glaucas; alas ausentes, depressões laterais finas. Sementes elípticas, 6–7 × 4–4,5 mm; carúncula fortemente proeminente, subreniforme, ápice rotundo.

Material adicional examinado: BRASIL. GOIÁS: Água Fria de Goiás, GO-237, ca. 11,3 km da GO-118, e entrando ca. 7,5 km sentido S, 14°56'14"S, 47°41'47"W, 1.042 m, 20.XI.2015, fl., *M. Mendoza et al.* 5075 (CEN, USZ). Mimoso de Goiás, ao longo de estrada vicinal à 40 km N de Padre Bernardo, 14°52'31"S, 48°13'29"W, 1.164 m, 7.XI.2013, fl., *M.F. Simon et al.* 2019 (CEN, RB, UFG); na encosta do morro, 14°52'46"S, 48°14'0"W, 1.150 m, 9.X.2013, fl., *T.B. Cavalcanti & G. Pereira-Silva* 3771 (CEN); norte de Padre Bernardo, ca. 38,7 km do trevo GO-230, e 700 m por trilha à esquerda, 14°52'34"S, 48°13'43"W, 1.184 m, 5.VI.2015, fr., *M. Mendoza et al.* 5020 (CEN, K, NY, RB, USZ); ca 38,7 km do trevo GO-230, e 350 m por trilha à esquerda, 14°52'36"S, 48°13'32"W, 1.155 m, 4.XI.2014, fl., *M. Mendoza et al.* 4364 (CEN, LPB, MO, USZ); Serra Geral, 14°52'29"S, 48°13'27"W, 900 m, 23.XI.2012, fl., *G. Pereira-Silva* 16457 (CEN, IAN).

Espécie endêmica de Goiás. Ocorre em zona montanhosa, em áreas preservadas de campo limpo, campo sujo até cerrado aberto, normalmente em encostas moderadas a fortemente pronunciadas ou áreas planas do topo das serras, em solo cascalhento e esbranquiçado, aos 1.050–1.200 m. Coletada com flores em outubro a dezembro e com frutos de novembro a junho.

O epíteto específico alude à cor atropurpúrea das flores e botões.

Manihot porphyrantha é caracterizada pelas inflorescências com flores concentradas no ápice dos pedúnculos; pelas flores robustas, globoso-campanuladas, de cor atropurpúrea, flores pistiladas gamotépalas com estigmas amplos de ápice denso-papiloso. *Manihot porphyrantha* é morfológicamente similar a *M. congesta* M. Mend. & T.B. Cavalc., especialmente quando em fase vegetativa, pelo hábito reduzido, folhas 3-lobadas, estípulas caducas, frutos subglobosos, lisos e com fina depressão linear nas laterais. *Manihot congesta* se diferencia pelas flores de cor salmão, densamente dispostas ao longo dos pedúnculos,

flores estaminadas tubular-campanuladas, as pistiladas dialitépalas (Tab. 1).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Departamento de Botânica da Universidade de Brasília e a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia por fazer possível o treinamento profissional do primeiro autor, o suporte institucional, e a acomodação logística. A John Wood, a revisão das diagnoses em Latim. Um agradecimento especial a todo o pessoal técnico e administrativo do Herbário CEN, particularmente a Bruno Machado Teles Walter. Ao projeto “Conservação de Recursos Genéticos Nativos e Parentes Silvestres da Flora do Cerrado” (Processo CNPq 457438/2012-6), que financiou o trabalho de campo, e ao projeto GEF/MMA/EMBRAPA, que permitiu o estudo dos espécimes nos principais herbários brasileiros. O primeiro autor agradece a bolsa de PPG-Botânica, concedida pela CAPES (nº 702643541-84).

Referências

- Cavalcanti TB (2007) Novas espécies em *Diplusodon* Pohl (Lythraceae) do Planalto Central e Minas Gerais, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 21: 1-10.
- Cordeiro I, Secco R, Silva MJ, Sodré RC & Martins LML (2015) *Manihot* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB17591>>. Acesso em 6 novembro 2015.
- Martins ML & Ledo CA (2015) *Manihot cezarii* (Euphorbiaceae), a new species from Central-Western Brazil. *Novon* 24: 179-181.
- Mendoza FJM & Cavalcanti TB (2015) Three new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Central Brazil. *Q'euña* 6: 7-22.
- Mendoza FJM, Simon MF & Cavalcanti TB (2015) Three new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from the Chapada dos Veadeiros, Brazil. *Arnaldia* 22: 297-312.
- Mendoza FJM, Simon MF, Reis TS, Fidelis A & Cavalcanti TB (2016) New endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae) from Serra do Tombador in Goiás, Central Brazil. *Phytotaxa* 273: 147-157.
- Rogers DJ & Appan SG (1973) *Manihot* and *Manihotoides* (Euphorbiaceae). A computer-assisted study. In: Organization for Flora Neotropica (ed.) *Flora Neotropica Monograph* 13. Hafner Press, New York. 272p.
- Silva MJ, Sodré R & Almeida LC (2013) A new endemic species of *Manihot* (Euphorbiaceae s. tr.) from the Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brazil. *Phytotaxa* 131: 53-57.

- Silva MJ & Sodré R (2014) A dwarf species of *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae s.s.) from the highlands of Goiás, Brazil. *Systematic Botany* 39: 222-226.
- Silva MJ (2014) *Manihot veadeirensis* (Euphorbiaceae s.s.): a new species from the Brazilian Cerrado, Brazil. *Systematic Botany* 39: 1161-1165.
- Silva MJ (2015a) *Manihot appanii* (Euphorbiaceae s.s.): a new species from the Brazil, and a key to the species with unlobed or very shortly lobed leaves. *Systematic Botany* 40: 168-173.
- Silva MJ (2015b) Two new wild cassava species (*Manihot*, Euphorbiaceae) from the Brazilian Cerrado. *Phytotaxa* 213: 131-139.
- Silva MJ, Alonso A & Sodré R (2016) *Manihot pachycaulis* sp. nov. (Euphorbiaceae) from the Brazilian Cerrado. *Nordic Journal of Botany* 34: 60-65.
- Silva MJ (2016) *Manihot gratiosa* and *M. lourdesii* sp. nov. (Manihoteae, Euphorbiaceae) from the Brazilian Cerrado. *Nordic Journal of Botany* 34: 66-74.

Editora de área: Dra. Cassia Sakuragui

Artigo recebido em 15/10/2016. Aceito para publicação em 21/09/2017.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.

Rodriguésia 69(2): 915-932. 2018