

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO  
JEQUITINHONHA E MUCURI - UFVJM**

**LILIANE TEIXEIRA LOPES**

**FENOLOGIA, BIOLOGIA REPRODUTIVA, GERMINAÇÃO E  
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Cipocereus minensis* subsp.  
*leiocarpus* N. P. Taylor & Zappi (Cactaceae) NO PLANALTO DE  
DIAMANTINA-MG.**

**DIAMANTINA-MG  
2012**

**LILIANE TEIXEIRA LOPES**

**FENOLOGIA, BIOLOGIA REPRODUTIVA, GERMINAÇÃO E  
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Cipocereus minensis* subsp.  
*leiocarpus* N. P. Taylor & Zappi (Cactaceae) NO PLANALTO DE  
DIAMANTINA-MG.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Victor Mendonça Filho  
Coorientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Maria Neudes S. de Oliveira**

**DIAMANTINA - MG  
2012**

Ficha Catalográfica - Sistema de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecário Rodrigo Martins Cruz

P864f 2012	<p>Lopes, Liliâne Teixeira. Fenologia, biologia reprodutiva, germinação e desenvolvimento inicial de <i>Cipocereus minensis</i> subsp. <i>leiocarpus</i> N.P. Taylor &amp; Zappi (Cactaceae) no planalto de Diamantina-MG / Liliâne Teixeira Lopes. – Diamantina: UFVJM, 2012. 89 p.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Carlos Victor Mendonça Filho Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Neudes Sousa de Oliveira</p> <p>Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2012.</p> <p>1. Serra do Espinhaço. 2. Quiabo-da-lapa. 3. Polinização. 4. Substratos. 5. Conservação. I. Mendonça Filho, Carlos Victor. II. Oliveira, Maria Neudes Sousa de. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Faculdade de Ciências Agrárias. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 583.098151</p>
---------------	---

Elaborada com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

**LILIANE TEIXEIRA LOPES**

**FENOLOGIA, BIOLOGIA REPRODUTIVA, GERMINAÇÃO E  
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Cipocereus minensis* subsp.  
*leiocarpus* N. P. Taylor & Zappi (Cactaceae) NO PLANALTO DE  
DIAMANTINA-MG.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

**APROVADA EM:**

**Prof.<sup>a</sup> Yasmine Antonini - UFOP**

**Membro**

**Prof.<sup>o</sup> Evandro Luiz Mendonça machado - UFVJM**

**Membro**

**Prof. Dr. Carlos Victor Mendonça Filho**

**Presidente**

**DIAMANTINA - MG  
2012**

## *OFEREÇO*

*Aos meus familiares, pelo amor e apoio incondicionais.*

## *DEDICO*

*A todas as pessoas que, de alguma forma, tornaram possível a conclusão deste trabalho. E especialmente a Vanessa Pereira de Lima, amiga e companheira de todas as dificuldades e alegrias.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter colocado esta oportunidade em minha vida, abrir caminhos e estar sempre presente ao meu lado nos momentos de dificuldade e conquistas.

Aos meus familiares, pelo exemplo de dignidade, força e fé, que me direcionam sempre. Pelo apoio incondicional e, por muitas vezes, acreditarem em mim mais que eu mesmo.

A Vanessa, pelo companheirismo, compreensão, dedicação, amizade, que foram imprescindíveis na caminhada.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), pela oportunidade de realização do curso.

À Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de Bolsa de Estudo.

Ao professor Carlos Victor Mendonça Filho pela orientação e confiança.

À professora Dra. Maria Neudes Sousa de Oliveira, pela orientação e confiança.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pelos ensinamentos durante as disciplinas cursadas.

Aos meus amigos Rafael, Marco Aurélio e Acsa que me auxiliaram no trabalho de campo.

À Adriana, Secretária da Pós-Graduação, pela ajuda nos momentos de dúvidas. E a todos os demais funcionários da UFVJM, que de forma direta ou indireta me ajudaram a finalização dessa dissertação.

**RESUMO:** (Fenologia, biologia reprodutiva, germinação e desenvolvimento inicial de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* N.P.Taylor & Zappi (Cactaceae) no planalto de Diamantina-MG). No Brasil a família Cactaceae é representada por 160 espécies, das quais 26% ocorrem em campos rupestres. *Cipocereus minensis* é uma Cactaceae endêmica dos campos rupestres da porção mineira da cadeia do Espinhaço. Neste estudo pretendeu-se avaliar os ritmos de produção de flores e frutos da espécie, sua biologia floral e reprodutiva, além de conhecer seus visitantes florais e prováveis dispersores de sementes, numa área de campo rupestre do planalto de Diamantina-MG. Foram realizados testes de germinação de sementes e avaliado o desenvolvimento inicial das plantas em diferentes substratos. A espécie apresentou características florais como antese noturna, flores brancas, volume abundante de néctar e estruturas do perianto rígidas que sugeriram polinização por morcegos. No entanto, observou-se também a presença de polinizadores diurnos como beija-flores. O sistema reprodutivo de *C. minensis* é alogâmico, auto-incompatível e os visitantes noturnos foram mais eficientes que os diurnos na formação de frutos. O padrão fenológico de floração e frutificação é subanual, com picos de floração no início e meio da estação seca, em abril e julho, respectivamente. Um outro pico foi observado na estação úmida, em novembro, com menor produção de flores, porém com maior taxa de conversão flor/fruto. *C. minensis* é uma espécie bem adaptada à sazonalidade climática. Os frutos apresentaram diferenças significativas com relação à época de coleta quanto ao comprimento, diâmetro e peso, com maiores valores na estação úmida. A média do número de sementes por fruto foi de  $958,63 \pm 369,35$ , o peso de 1000 sementes foi de 0,53 g e a média do comprimento das sementes foi de 1,5 mm. As maiores taxas de germinação foram obtidas após nove e doze meses de armazenamento (75% e 72%, respectivamente), ou em frutos coletados no estágio mais avançado de maturação (72%). No crescimento inicial as plantas apresentaram maiores diâmetros e alturas no substrato preparado na proporção 1:1:1, composto de areia, solo vermelho e esterco de boi. O armazenamento favoreceu a germinação, que também foi alta em frutos coletados em estágios mais avançados de maturação. Substratos com melhor drenagem e aeração favoreceram um melhor desenvolvimento inicial de plantas dessa espécie. Estas informações darão subsídios para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo da espécie.

**Palavras-chaves:** Espinhaço, quiabo-da-lapa, polinização, substratos, conservação.

**ABSTRACT:** (Phenology, reproductive biology, germination and initial development of the *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* N.P.Taylor & Zappi (Cactaceae) in the plateau of Diamantina-MG). In Brazil the Cactaceae is represented by 160 species from which 26% occur on the rocky fields. *Cipocereus minensis* is an endemic Cactaceae from the rocky fields in the Minas Gerais' portion of the Espinhaço chain. In this research it was intended to evaluate the rhythms of flower and fruit production of the species, its floral and reproductive biology, and also know the floral visitors and the likely seed dispersers, in an area of the rocky fields of the Diamantina – MG's plateau. Seed germination tests have been performed and the initial plant growth on different substrates was analyzed. The species had floral traits such as nocturnal anthesis, white flowers, abundant volume of nectar and rigid perianth structures that suggested pollination by bats. However daily visitors as hummingbirds were also observed. The reproductive system of *C. minensis* is alogamic and self incompatible and the night visitors were more efficient than the daytime ones in the formation of fruits. The phenologic pattern of flowering and fruiting is sub-annual, with peak of flowering at the beginning and middle of the dry season, in april and july, respectively. Another peak was observed in the wet season in november, with lower production of flowers, but with a higher flower/fruit conversion rate . *C. minensis* is well adapted to the climatic seasonality. The fruits showed significant differences with respect to collection time for the length, diameter and weight, with higher measures in the wet season. The average number of seeds per fruit was  $958.63 \pm 369.35$ , the weight of 1000 seeds was 0.53 g and the mean length of the seeds was 1.5 mm. The highest germination rates were found after nine and twelve months of storage (75% and 72%, respectively) or in fruits collected with a more advanced stage of ripening (72%). In the initial growth the plants showed a higher diameter and height on the substrate prepared in the ratio 1:1:1, composed of sand, red soil and cow dung. The store promotes germination, but also in fruits collected in a more advanced stage of maturation. Substrates with better drainage and aeration favoring better initial development of this plant species. This information will provide subsidies for the development of strategies of conservation and management of the species.

**Keywords:** Espinhaço, quiabo-da-lapa, pollination, substrates, conservation.



## LISTA DE FIGURAS

Capítulo I	Pag.
Figura 1: Localização do município de Diamantina dentro do contexto da Serra do Espinhaço (Fonte: Instituto Biotrópicos).....	27
Figura 2: Precipitação acumulada mensal, temperaturas mensais médias, máximas e mínimas nos períodos de maio de 2009 a abril de 2010, maio de 2010 a abril de 2011 e maio de 2011 a abril de 2012 e precipitação média dos últimos 10 anos (1999/2008) anteriores ao período do estudo em Diamantina-MG (INMET).....	29
Figura 3: Indivíduo de <i>Cipocereus minensis</i> localizada em área de campo rupestre da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). ....	30
Figura 4: Fruto maduro (A) e fruto imaturo (B) de indivíduos de <i>Cipocereus minensis</i> localizadas em área de campo rupestre pertencente a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).....	31
Figura 5: Média e desvio padrão da produção de nectar de flores de <i>Cipocereus minensis</i> (n=08), em relação ao horário de coleta. ....	37
Figura 6: Espécies de beija flores visitando indivíduos de <i>Cipocereus minensis</i> : <i>Phaethornis pretei</i> (A e B) e <i>Eupetomena macroura</i> (C e D). ....	38
Figura 7: <i>Trigona</i> sp. (A), <i>Appis melifera</i> (B), Coleópteros (C), Coleoptero (D), morcego (E) e <i>Thrichomys aperioides</i> (F) . ....	39
Figura 8: Fenologia da floração e frutificação de <i>C. minensis</i> (n=30) e precipitação acumulada mensal no período de maio de 2009 a abril de 2012, em Diamantina-MG. ....	41
Figura 9: Porcentagem de indivíduos em floração e frutificação de <i>C. minensis</i> (n=30), entre maio de 2009 a abril 2010, maio de 2010 a abril de 2011 e maio de 2011 a abril de 2012, em área de campo rupestre, Diamantina-MG.....	43

Figura 10: Índice de intensidade de floração e frutificação de *C. minensis* (n=30), entre maio de 2009 a abril 2010, maio de 2010 a abril de 2011 e maio de 2011 a abril de 2012, em área de campo rupestre, Diamantina-MG.....44

Figura 11: Porcentagem da conversão de botões florais maduros em frutos imaturos e frutos maduros de *C. minensis* (N=30) na estação seca (S) e chuvosa (C), entre maio de 2009 a abril de 2012, Diamantina-MG.....45

## Capítulo II

Pag.

Figura 1: Comprimento (A), diâmetro (B) e peso (C) de frutos de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* coletados em maio (início estação seca), setembro (final estação seca) e janeiro (estação úmida). Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5%.....72

Figura 2: Taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* armazenadas por 0 (controle), 7, 9 e 12 meses. Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5%.....73

Figura 3: Taxa de germinação acumulada de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* armazenadas por 0, 7, 9 e 12 meses.....73

Figura 4: Frequência relativa da germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* armazenadas por 0, 7, 9 e 12 meses.....74

Figura 5: Taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* armazenadas por 24, 36 e 60 meses. Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.....74

Figura 6: Taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* obtidas de frutos coletados na planta em quatro estágios de maturação. Estágio 1 (epicarpo predominantemente azulado e costelas no sentido longitudinal); estágio 2 (epicarpo predominantemente esverdeado e costelas apenas no ápice); estágio 3 (epicarpo esverdeado e parcialmente predado); e estágio 4 (fruto visualmente

murcho). Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.....74

Figura 7: Taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* submetidas a 0 (controle), 500, 1000 e 2000 ppm de GA<sub>3</sub>. Sementes armazenadas por 45 dias. Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.....75

Figura 8: Taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* submetidas ao tratamentos de água corrente (A. C.). Sementes armazenadas por 45 dias. Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.....75

Figura 9: Taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* submetidas ao tratamento choque térmico (C. T.). Sementes armazenadas por 45 dias. Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.....76

Figura 10: Efeito da presença/ausência de luz na taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus*. Sementes armazenadas por 12 meses. Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.....76

Figura 11: Taxa de emergência de plântulas de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* em solo arenoso obtido em ambiente de ocorrência natural de *Comanthera elegans* (uma sempre viva da família Eriocaulaceae), em substrato comercial e em substrato contendo solo arenoso e substrato comercial (1:1). Foram utilizadas sementes armazenadas por um ano.....77

Figura 12: Comprimento de plantas jovens de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* um ano após o desenvolvimento das plantas em três substratos: comercial, solo de cupinzeiro e substrato preparado na proporção 1:1:1 de areia, solo vermelho e esterco bovino. Plantas entre 3,0 – 4,3 cm de comprimento no início do experimento (A), plantas entre 0,7 – 2,6 cm de comprimento no início do experimento (B). Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.....79

Figura 13: Diâmetro de plantas jovens de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* um ano após o crescimento das plantas em três substratos: comercial, solo de cupinzeiro e substrato preparado na proporção 1:1:1, de areia, solo vermelho e esterco bovino. Plantas entre 3,0 – 4,3 cm de comprimento no início do experimento (A), plantas entre 0,7 – 2,6 cm de comprimento no início do experimento (B). Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.....79

## LISTA DE TABELAS

Capítulo I	Pag.
Tabela 1: Características biométricas das flores de <i>Cipocereus minensis</i> na região de Diamantina-MG, 2010. Para um número de amostras igual a 25 flores, média (X) e desvio padrão (Dp).....	36
Tabela 2: Parâmetros florais de <i>Cipocereus minensis</i> na região de Diamantina-MG, 2010. Avaliação em um N= 30 flores, quanto à média (X) e desvio padrão (Dp).....	39
Tabela 3: Formação de fruto através de diferentes tratamentos de polinização do <i>Cipocereus minensis</i> .....	40
Tabela 4: Correlações (mês atual) entre, precipitação acumulada mensal, temperatura média mínima mensal, temperatura média máxima mensal e amplitude térmica com o número de flores e frutos de <i>C. minensis</i> , em Diamantina-MG. Valores entre maio de 2009 a abril de 2012 ( $r_s$ = Coeficiente de correlação, grau de significância a 5%) .....	45
Capítulo II	Pag.
Tabela 1: Análise físico-química dos substratos utilizados no experimento de crescimento de plantas jovens em duas categorias de tamanho inicial de <i>C. minensis</i> subsp. <i>leiocarpus</i> .....	69
Tabela 2: Características biométricas de plantas adultas (N=30) de <i>C. minensis</i> subsp. <i>leiocarpus</i> de em área de ocorrência natural .....	71
Tabela 3: Análise de variância do comprimento e diâmetro de segmentos do caule de plantas jovens de <i>C. minensis</i> subsp. <i>leiocarpus</i> de duas categorias de tamanho inicial e crescidas em diferentes substratos.....	78

## SUMÁRIO

Pág.

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS.....	vii
INTRODUÇÃO GERAL.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
CAPÍTULO I	
1 Resumo.....	22
2 Abstract.....	23
3 Introdução.....	24
4 Material e métodos.....	27
5 Resultados.....	35
6 Discussão.....	46
7 Conclusão.....	53
8 Agradecimentos.....	54
9 Referências bibliográficas.....	55
CAPÍTULO II	
1 Resumo.....	61
2 Abstract.....	62
3 Introdução.....	63
4 Material e métodos.....	65
5 Resultados.....	71
6 Discussão.....	80
7 Conclusão.....	85
8 Agradecimentos.....	86
9 Referências bibliográficas.....	87

## INTRODUÇÃO GERAL

A família Cactaceae consiste em aproximadamente 124 gêneros e em torno de 1600 espécies, com distribuição quase restrita ao continente Americano, onde ocorrem principalmente em regiões áridas e semiáridas, sendo que dos quatro centros de diversidade das espécies dessa família o Brasil é considerado o terceiro maior em nível de importância (Rojas-Arechiga e Vázquez-Yanes, 2000; Taylor e Zappi, 2004; Zappi e Taylor, 2008). Este centro de diversidade está localizado na região oriental do Brasil, representado pelas regiões semiáridas dos estados da Bahia e Minas Gerais (Taylor e Zappi, 1991), onde se encontra também a Cadeia do Espinhaço.

A Cadeia do Espinhaço, que se estende por mais de 1.000 km, desde o centro-sul de Minas Gerais até a Chapada Diamantina na Bahia, tem sido reconhecida como região prioritária para a conservação nos últimos 10 anos, nas esferas estaduais, nacional e internacional (Azevedo e Machado, 2008). Segundo Lohmann e Pirani (1996) constitui o centro de diversidade de numerosos gêneros de muitas famílias como Asteraceae, Cactaceae, Ericaceae, Eriocaulaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Orchidaceae, Velloziaceae e Xyridaceae. A porção da Cadeia do Espinhaço localizada em Minas Gerais abriga mais da metade das espécies de plantas ameaçadas de extinção, onde a maior parte delas se encontra em campos rupestres (Mendonça e Lins, 2000). A região do Planalto de Diamantina-MG está inserida na Cadeia do Espinhaço, onde ocorrem áreas de campos rupestres, sendo que esta região foi considerada área de importância biológica especial, prioritária para a conservação da flora em Minas Gerais (Drumond, *et al.* 2005).

Os campos rupestres, que juntamente com outras áreas campestres e fisionomias como o cerrado rupestre, cerrado típico, cerradão, matas ciliares e de galeria, fazem parte do bioma do Cerrado (Ribeiro e Walter, 2008). São caracterizados por ocorrer sobre topos de serras e chapadas com altitudes acima de 900m, onde os solos são rasos, derivados principalmente de quartzitos, com a presença de fragmentos ainda não completamente intemperizados, existindo a presença da rocha mãe que aflora em blocos (Oliveira *et al.*, 2003). A vegetação é dominada por plantas com grande capacidade de fixação ao substrato e tolerantes à dessecação ou resistentes ao estresse hídrico, sendo que as folhas são geralmente coriáceas e fibrosas, reduzidas a espinhos em cactos ou formando tanques de água

em bromélias (Rapini *et al.*, 2008). Ao longo dos campos rupestres ocorre um número significativo de espécies da família Cactaceae. Em um total de 160 cactáceas ocorrentes no Brasil, 42 espécies, ou seja, 26% da família são encontradas em campos rupestres, sendo muitas delas endêmicas e potencialmente se encontram sob algum tipo de ameaça (Zappi e Taylor, 2008). As ameaças de extinção sobre as espécies de cactáceas ocorrentes na cadeia do Espinhaço podem estar relacionadas às atividades de mineração, turismo não planejado, prática de esportes radicais, construção de estradas e utilização não planejada de recursos hídricos (Zappi e Taylor, 2008).

Atualmente as ameaças à diversidade biológica não tem precedentes, pois até hoje nunca tivemos na história natural tantas espécies ameaçadas de extinção em período tão curto (Primack e Rodrigues, 2000). A conservação da diversidade biológica, traduzida como o total de genes, espécies e ecossistemas do planeta, assume enorme importância não somente pelo valor intrínseco dos seres vivos, mas também por suas implicações econômicas e sociais (Garay e Dias, 2001). Devido à utilização intensiva e não sustentada destes recursos biológicos tem se provocado uma perda crescente da biodiversidade mundial (Wilson, 1997). Em 2002 o Brasil se tornou signatário da Convenção sobre Diversidade Biológica, sinalizando assim a preocupação com a conservação da biodiversidade.

Nos campos rupestres do planalto de Diamantina é encontrada *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus*, espécie de cactácea popularmente conhecida como quiabo-da-lapa, endêmica da porção mineira da Cadeia do Espinhaço (Taylor e Zappi, 2004; Zappi e Taylor, 2008). Seus frutos são culturalmente consumidos pelas comunidades de Diamantina e região, que constantemente circulam pelas áreas de campo rupestre. Seus ramos são também utilizados em pratos da culinária local, divulgados em roteiros gastronômicos. Devido a este endemismo estudos fenológicos se fazem necessários para auxiliar a conservação da espécie.

Segundo Lieth (1974), estudos fenológicos apresentam importantes aplicações agrônômicas, silviculturas e conservacionistas. O registro sistemático da variação das características fenológicas reúne informações sobre o estabelecimento e a dinâmica das espécies, sendo de fundamental importância para o estudo da ecologia e da evolução dos ecossistemas (Fournier, 1976; Morellato e Leitão-Filho, 1992; Newstrom, 1994). As informações sobre as épocas de floração e frutificação, dispersão de sementes e o estabelecimento das espécies, ampliam o conhecimento



sobre a disponibilidade de recursos para polinizadores e dispersores e para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo (Frankie *et al.*, 1974; Morellato *et al.*, 1989; Tannus *et al.*, 2006).

Além dos estudos fenológicos o conhecimento sobre a biologia floral e reprodutiva das espécies é de extrema importância para a compreensão dos mecanismos de diversificação das características florais, uma vez que a diversidade das síndromes florais mostra a riqueza de interações entre flores e polinizadores (Dutra, 2009).

Nas regiões tropicais as espécies possuem uma grande variedade de sistemas de reprodução, além de apresentarem sofisticados mecanismos para se evitar a autopolinização, priorizando a polinização cruzada, que gera maior variabilidade genética na população (Proctor, 1996). Segundo Oliveira (2006) a participação de animais como vetores de pólen aumenta a probabilidade e o sucesso da polinização cruzada. Desta forma, conhecer o comportamento de polinizadores e dispersores torna-se crucial para elucidar as estratégias de dispersão das plantas, além de possibilitar previsões sobre sua chance de sucesso reprodutivo no ambiente. A conservação de espécies de polinizadores é de grande importância para a preservação da flora (Roubik, 1989; Frankie *et al.*, 1998), pois a redução das populações desses agentes pode levar à diminuição da produção de frutos e sementes (Kevan e Baker, 1983).

Estudos no Brasil sobre biologia reprodutiva e fenologia em cactáceas ainda são incipientes, principalmente em áreas de campos rupestres. Alguns trabalhos podem ser destacados, tais como fenologia e biologia reprodutiva de três espécies do gênero *Melocactus*, ocorrentes na chapada de Diamantina-BA (Colaço *et al.*, 2006; Fonseca *et al.*, 2008); biologia floral de *Pilosocereus tuberculatus* ocorrente na Caatinga (Werderm) Byles e Rowley (Rocha *et al.*, 2007); com biologia reprodutiva de *Opuntia monacantha* (Willd.) Haw. nas restingas da ilha de Santa Catarina (Lenzi, 2008), e mais recentemente a fenologia e biologia floral de *Cipocereus laniflorus* (Werderm) Ritter por Rego *et al.* na serra do Caraça em Minas Gerais (2012).

Além dos estudos fenológicos e de biologia reprodutiva o entendimento sobre germinação de sementes e mecanismos de dormência, assim como a escolha do substrato e manejo de mudas são importantes nos processos de recuperação de áreas degradadas (Zamith e Scarano, 2004). Estudos sobre germinação de cactáceas têm sido importante devido ao fato de que a propagação é um aspecto

essencial para a conservação (Rosas-López e Collazo-Ortega, 2004). Os primeiros estudos sobre comportamento germinativo e dormência em cactáceas começaram pelos anos de 1959 (Rojas-Arechiga e Vázquez-Yanes, 2000). O comportamento germinativo de sementes de cactáceas tem sido descrito através dos estudos relacionados à quantidade e qualidade da luz, temperatura, impermeabilidade do tegumento e idade das sementes (Rojas-Arechiga e Vázquez-Yanes, 2000; De la Barrera e Nobel, 2003; Rosas-López e Collazo-Ortega, 2004; Flores *et al.*, 2008; Reis, 2008; Cheib e Garcia, 2011).

No presente trabalho foi avaliada a fenologia de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* e sua relação com os parâmetros climáticos e analisada a sua biologia floral e reprodutiva. Foram identificados seus principais visitantes florais vertebrados e invertebrados, bem como seus dispersores de sementes e realizada a caracterização biométrica das flores, frutos e sementes.

Foi também avaliado o efeito de diversos tratamentos para quebra de dormência das sementes, bem como analisadas as taxas de germinação e o crescimento inicial de plantas em três substratos diferentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, A.A.; MACHADO, R.B. **Megadiversidade**, nº4, vol. 12.p.2-4, 2008.

CHEIB, A. L.; GARCIA, Q. S. Longevity and germination ecology of seeds of endemic Cactaceae species from high-altitude sites in south-eastern Brazil. **Seed Science Research**, page 1 of 9, Cambridge University Press, 2011.

COLAÇO, M. A. S., FONSECA, R. B. S., LAMBERT, S. M., COSTA, C. B. N., MACHADO, C. G.; BORBA, E. L. Biologia reprodutiva de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo e *M. paucispinus* G. Heimen & R. Paul (Cactaceae), na Chapada Diamantina, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n.2, p.239-249, 2006.

DE LA BARRERA, E. ; NOBEL, P.S. Physiological ecology of seed germination for the columnar cactus *Stenocereus queretaroensis*. **Journal of Arid Environments** 53: 297–306, 2003.

DUTRA, V.F.; VIEIRA, M.F. GARCIA, F.C. P; DE LIMA, H.C. Fenologia reprodutiva, síndromes de polinização e dispersão em espécies de leguminosae dos campos rupestres do parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** 60 (2): 371-387, 2009.

DRUMOND, G.M.; MARTINS, C.S.; MACHADO, A.B.M.; SEBAIO, F.A.; ANTONINI, Y. **Biodiversidade em Minas Gerais: Um atlas para sua conservação**. 2a ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 222 p. 2005.

FLORES, J.; JURADO, E.; JIMÉNEZ-BREMONT, J. F. Breaking seed dormancy in specially protected *Turbinicarpus lophophoroides* and *Turbinicarpuspseudopectinatus* (Cactaceae). **Plant Species Biology**, vol. 23, 43–46, 2008.

FONSECA, R. B. S.; FUNCH, L. S.; BORBA, E. L. Reproductive phenology of *Melocactus* (Cactaceae) species from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Revista Brasileira Botânica**, v.31, n. 2, p. 237-244, 2008.

FOURNIER, L. A. O. Observaciones fenológicas em el bosque húmedo pré-montano de San Pedro de Montes Oca, Costa Rica. **Turrialba**, v.26, n.1, p. 54-59. 1976.

FRANKIE, G.W.; THORP, R.W.; NEWSTRON, L.E.; RIZZARDI, M.A.; BARTHELL, J.F.; GRISWOLD, T.L.; KIM, J.; KAPPAGODA, S. Monitoring solitary bees in modified wildland habitats: implications for bee ecology and conservation. **Environmental Entomology**, Lanham, v.27, p.1137-1148, 1998.

FRANKIE, G.W., BAKER, H.G. & OPLER, P.A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, London, v. 62, p. 881-919, 1974.

GARAY, I. ; DIAS, B. **Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais**: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 430p, 2001.

KEVAN, P.G.; BAKER, H.G. Insects as flower visitors and pollinators. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.28, p.407-53, 1983.

LENZI, M. **Biologia reprodutiva de *Opuntia monacantha* (Willd.) Haw. (Cactaceae) nas restingas da ilha de Santa Catarina, Sul do Brasil**. Florianópolis, UFSC: 2008. 101p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação Em Recursos Genéticos Vegetais. 2008.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. **Phenology and seasonality modeling**. Berlin, p. 3-19, 1974.

LOHMANN, L.G.; PIRANI, J.R. *Tecomeae* (Bignoniaceae) da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais e Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v.10, n.1, p. 103-138, 1996.

MENDONÇA, M. P.; LINS, L. V. **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas/Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte, 157p. 2000.

MORELLATO, L.P.C.; RODRIGUES, R.R.; LEITAO FILHO, H.F.; JOLY, C. A. Estudo fenológico comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na serra do Japi, Jundiá, SP. **Revista brasileira de botânica**, São Paulo, v. 12, n. 1/2, p. 85-98. 1989.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi**. In: Morellato, L. P. C. (org.). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Campinas: Editora Unicamp/FAPESP, p. 111-140, 1992.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, Malanda, v. 26, n. 2, p. 141-159. 1994.

OLIVEIRA, A.R. G; FREITAS, G.A.; CHAVES, E.C.; LIMA FILHO, G.F. COSTA, D.A.; SANTOS; T. CRISPIM; L.S; BRANDÃO, D. Variação na composição de espécies e no padrão de riqueza e abundância de cupins ao longo de uma transição cerrado – campo rupestre, no Morro Feio, município de Hidrolândia, Goiás. **Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil**, Fortaleza. 2003.

OLIVEIRA, M. I. B. **Fenologia reprodutiva, polinização e reprodução de *Dipteryx alata* Vogel (Leguminosae: Papilionoideae) em Mato Grosso do Sul, Brasil**. Orientadora: Maria Rosângela Sigrist. 2006. 51f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2006.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina. Editora Planta, 328p. 2000.

PROCTOR, M., YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. London: The Bath Press, 479p. 1996.

RAPINI, A.; RIBEIRO, L. P.; LAMBERT, S.; PIRANI, R. J. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, Belo Horizonte MG, Volume 4, nº 1-2. 2008.

REIS, M.V. **Estudos do desenvolvimento vegetativo e da germinação de sementes de *Cipocereus minensis* (Werderm) F. Ritter e *Pilosocereus aurisetus* (Werderm) Byles & Gdorowley**. Monografia. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG. 2008.

REGO, J. O.; FRANCESCHINELLI, E. V.; ZAPPI, D. C. Reproductive biology of a highly endemic species: *Cipocereus laniflorus* (Werderm) Ritter (Cactaceae). **Acta botânica brasilica**. 26(1): 243-250, 2012.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. Cerrado: ecologia e flora. Brasília-DF: Embrapa. Cap. 6, p. 153-212. 2008.

ROCHA, E. A.; MACHADO, I. C.; ZAPPI, D.C. Floral biology of *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles & Rowley: a bat pollinated cactus endemic from the "Caatinga" in northeastern Brazil. **Bradleya**, v. 25, p. 125-128, 2007.

ROJAS-ARÉCHIGA, M.; VÁZQUEZ-YANES, C. Cactus seed germination: a review. **Journal of Arid Environments**. Amsterdã, v.44, p.85-104. 2000.

ROSAS-LOPEZ, U.R.; COLLAZO-ORTEGA, M.C. Conditions for the germination and the early growth of seedlings of *Polaskia chichipe* (Goss.)Backeberg and *Echinocactus platyacanthus* Link and Otto fa. *grandis* (Rose) Bravo-Hollis(Cactaceae).**Revista internacional de Botanica**, p.213-220. 2004.

ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. New York: Cambridge University Press, 528 p. 1989

TANNUS, J. S.; ASSIS, M. A.; MORELLATO, L. P. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de Cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina - SP. **Biota Neotropica**, Campinas, vol.6, n.3. 2006.

TAYLOR, N.P.; ZAPPI, D.C. Cactaceae do Vale do rio Jequitinhonha (Minas Gerais). **Acta botânica Brasilica** 5(1). 1991.

TAYLOR, N.P.; ZAPPI, D.C. **Cacti of Eastern Brazil**. Royal Botanic Gardens, Kew, 499 p. 2004.

WILSON, E.O. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 657p. 1997.

ZAMITH, L. R.; SCARANO, F. R. Produção de mudas de espécies das restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.18, n.1, p.161-176. 2004.

ZAPPI, D.C., TAYLOR, N.P. Diversidade e endemismo das Cactaceae na Cadeia do Espinhaço: **Megadiversidade**, Minas Gerais 4, nº 12. 2008.

## CAPÍTULO I

**FENOLOGIA E BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Cipocereus minensis* subsp.  
*leiocarpus* N.P. Taylor & Zappi (Cactaceae) NO PLANALTO DE DIAMANTINA-  
MG.**

**RESUMO:**(Fenologia, biologia reprodutiva de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* N.P. Taylor & Zappi (Cactaceae) no planalto de Diamantina-MG).O gênero *Cipocereus* é endêmico da porção mineira da Serra do Espinhaço ocorrendo nos campos rupestres. Conta com seis espécies das quais todas são estritamente endêmicas. *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* N.P. Taylor & Zappi é uma espécie conhecida popularmente como “quiabo-da-lapa” no planalto de Diamantina-MG. Neste trabalho pretendeu-se conhecer os ritmos de produção de flores e frutos da espécie, sua biologia floral e reprodutiva, conhecer seus visitantes florais e os prováveis dispersores de sementes. Para acompanhamento dos estágios de desenvolvimento das flores e frutos de *Cipocereus minensis* foram marcados e acompanhados seis botões florais em fase inicial, de seis indivíduos (n = 36). Para analisar as características morfológicas das flores e frutos foram selecionados 30 botões florais e 30 frutos de 16 indivíduos para a contagem do número médio de estames, grãos de pólen, óvulos e sementes. Foram realizados experimentos de biologia reprodutiva utilizando autopolinização manual, polinização cruzada (xenogamia), polinização natural, autopolinização espontânea e verificada a ação de polinizadores diurnos e noturnos. Para a realização das observações fenológicas foram marcados e etiquetados 30 indivíduos distribuídos, sistematicamente ao longo de afloramentos rupestres no Campus JK, em Diamantina-MG. Os indivíduos foram observados semanalmente entre maio de 2009 a abril de 2012. Suas flores são actinomórficas, posicionadas em direção ao ápice dos ramos. Apresenta razão pólen/óvulo de 393,30 e razão semente/óvulo de 0,9. Os frutos são ovóides a globosos, indeiscentes, cerca 2-4 cm de diâmetro e com 958 sementes em média. A antese das flores iniciou-se entre 17:30 e 18:30, não foi sincrônica, e as flores ficaram totalmente abertas entre 19:00-20:00 horas, permanecendo abertas até o final da manhã seguinte e não abriram uma segunda vez. A espécie reúne características florais que sugerem polinização por morcegos e possivelmente também por beija flores. O sistema reprodutivo é caracterizado como alogâmico, auto-incompatível. A taxa de conversão flor/fruto é baixa devido à predação e/ou causas naturais. O ciclo fenológico da espécie gira em torno 50 dias. *C. minensis* apresenta um ritmo subanual de floração e frutificação e sazonal, com dois picos de floração na estação seca e um pico na estação úmida, sendo que a conversão flor/fruto maturo é geralmente maior na estação úmida. As informações serão importantes para o manejo e conservação da espécie.

Palavras- chaves: Floração, frutificação, sistema reprodutivo, ciclo fenológico.



**ABSTRACT:** (Phenology, reproductive biology *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* N.P. Taylor & Zappi (Cactaceae) in the Diamantina plateau-MG. The genus *Cipocereus* is endemic in the Minas Gerais' portion of the Espinhaço ridge occurring in rocky fields. It comprises six species all of them strictly endemic. The *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* N.P. Taylor & Zappi is commonly known as "quiabo-da-lapa" in the Diamantina Plateau. In this work we sought to know the rates of production of flowers and fruits of the species, its floral and reproductive biology, and know its flower visitors and the likely seed dispersers. To monitor the stages of development of flowers and fruits of *Cipocereus minensis* were marked and observed six buds in the initial phase, of six individuals (n= 36). In order to analyze the morphological characteristics of flowers and fruits, 30 buds and 30 fruits were selected from 16 individuals to count the average number of stamens, pollen, ovules and seeds. The following experiments of reproductive biology were performed: manual self-pollination, cross pollination (xenogamy), natural pollination, spontaneous pollination, and the action of diurnal and nocturnal pollinators. To carry out the phenologic observations were marked and labeled 30 individuals systematically distributed along the rock outcrops at Campus JK, Diamantina-MG. The Individuals were observed weekly, from may 2009 to april 2012. The species has actinomorphic flowers positioned towards the apex of the branches. It showed pollen/ovule ratio of 393.30 and seed/ovule ratio of 0.9. The fruits are ovoid to globose, indehiscent, about 2-4 cm in diameter and beared 958 seeds on average. Flower anthesis started between 17:30 and 18:30, was not synchronous, and the flowers were fully open from 19:00 to 20:00, staying open until the end of the next morning and do not open a second time. The species bears floral features which suggest pollination by bats and possibly also by hummingbirds. The reproductive system is alogamic, self incompatible. The rate of flower/fruit conversion is low due to predation and/or natural causes. The phenologic cycle of the species is around 50 days. *C. minensis* showed a sub-annual rhythm of flowering and fruiting, seasonal, with two peaks of flowering in the dry season and a peak in the wet season, and the flower/fruit conversion is generally higher in wet season. The information will be important for management and conservation of the species.

Keywords: Flowering, fruiting, reproductive system, phenologic cycle.

## INTRODUÇÃO

A fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e sua relação com mudanças nos meios biótico e abiótico, e os estudos fenológicos apresentam aplicações agronômicas, silviculturais e conservacionistas (Lieth, 1974; Morellato *et al.*, 1991). Os estudos fenológicos envolvem o início, duração e a abundância das repetições dos processos biológicos, incluindo eventos reprodutivos, tais como florescimento, frutificação, dispersão de sementes e germinação (Bustamante e Búrquez, 2008). A relação das fenofases das plantas com as condições ambientais (temperatura, luz, precipitação e outros) registra a atividade biológica visível dos organismos e serve para interpretar sua relação com as condições climáticas (Prause e Angeloni, 2000).

Os registros de variações nas características fenológicas são importantes não apenas para a compreensão da dinâmica de comunidades, mas também como um indicador de respostas desses organismos as condições climáticas e edáficas de um ambiente (Fournier, 1974). A anotação sistemática da variação das características fenológicas reúne informações sobre o estabelecimento e a dinâmica das espécies, fundamentando assim os estudos de ecologia e da evolução dos ecossistemas (Fournier, 1976; Morellato e Leitão-Filho, 1990).

O conhecimento das épocas de ocorrência de floração e frutificação e a análise do comportamento dos polinizadores e dispersores são imprescindíveis para se elucidar as estratégias de reprodução e dispersão das plantas, além de possibilitar previsões sobre sua chance de sucesso reprodutivo no ambiente (Rondon e Pulido, 2001).

Os ciclos fenológicos de plantas tropicais são pouco estudados, e demonstram padrões irregulares de difícil reconhecimento, tanto em larga quanto em pequena escala geográfica, principalmente em estudos de curto prazo (Newstrom *et al.*, 1994; Bencke e Morellato, 2002).

Nas regiões tropicais as espécies possuem uma grande variedade de sistemas de reprodução, além de apresentarem sofisticados mecanismos para se evitar a autopolinização, priorizando a polinização cruzada, que gera maior variabilidade genética na população (Proctor, 1996).

O conhecimento da biologia reprodutiva em Cactaceae é escasso quando comparado com estudos relacionados à morfologia, fisiologia, bioquímica e

etnobotânica, e os trabalhos sobre biologia reprodutiva em campos rupestres têm sido focados em poucas espécies (Conceição *et al.*, 2007; Nassar *et al.*, 2007; Rego *et al.*, 2012).

No Brasil foram realizados alguns estudos tais como: fenologia e biologia reprodutiva de três espécies do gênero *Melocactus*, ocorrentes na chapada de Diamantina-BA (Colaço *et al.*, 2006; Fonseca *et al.* 2008), no bioma Caatinga sobre a biologia floral de *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles e Rowley (Rocha *et al.*, 2007) e recentemente o estudo sobre biologia reprodutiva de *Cipocereus laniflorus* em área de campo rupestre.(Rego *et al.*, 2012).

Nas Américas Central e do Sul, podemos citar os estudos fenológicos sobre três espécies colunares *Stenocereus griseus* (Haw.) Britton e Rose., *Pilosocereus sp.* e *Cereus hexagonus* (L.) Mill.) no deserto de La Tatacoa, na Colômbia (Ruiz *et al.*, 2000); o estudo sobre a biologia reprodutiva de *Melocactus curvispinus* Pfeiffer, na Venezuela (Nassar e Ramirez, 2004); a fenologia de *Neoraimondia arequipensis* subsp. *roseiflora* Werdermann e Backeburg em uma região do Peru por Novoa *et al.* (2005); a diminuição da polinização por morcegos em *Pilosocereus royenii* [L.] Byles e Rowley em ilha do Caribe (Rivera-Marchand e Ackerman, 2006) e o estudo de Walter (2010) no Chile sobre a biologia floral de *Echinopsis chiloensis* subsp. *chiloensis* (Colla) H. Friedrich e G. D. Rowley.

Segundo Zappi e Taylor (2008) existe um número significativo de espécies da família Cactaceae ocorrentes em áreas de campos rupestres, sendo que de um total de 160 Cactáceas ocorrentes no Brasil, 42 espécies, ou seja, 26% da família ocorrem nos campos rupestres onde muitas dessas espécies são endêmicas e potencialmente encontram-se sob algum tipo de ameaça.

O gênero *Cipocereus* pertencente à família Cactaceae é endêmico da porção sul da Serra do Espinhaço no estado de Minas Gerais, ocorrendo em áreas de campos rupestre. O gênero apresenta seis espécies, incluindo *C. laniflorus* N.P. Taylor & Zappi, *C. crassisepalus* (Buining e Brederoo) Zappi & N.P. Taylor (Diamantina e Rio Vermelho), *C. bradei* (Backeb. e Voll) Zappi & N.P. Taylor (Serra do Cabral), *C. pusilliflorus* (F. Ritter) Zappi & N.P. Taylor (Monte Azul), *C. pteurocarpus* Ritter (Serra do Cipó), e *C. minensis* (Werderm.) Ritter com duas subespécies *C. minensis* (Werderm) Ritter subsp. *minensis* *C. minensis* subsp. *leiocarpus* N.P. Taylor e Zappi que ocorrem ao longo da cadeia do Espinhaço na

porção mineira, desde Cocais até Grão Mogol (Taylor e Zappi, 2004; Zappi e Taylor, 2008; Rego *et al.*, 2012).

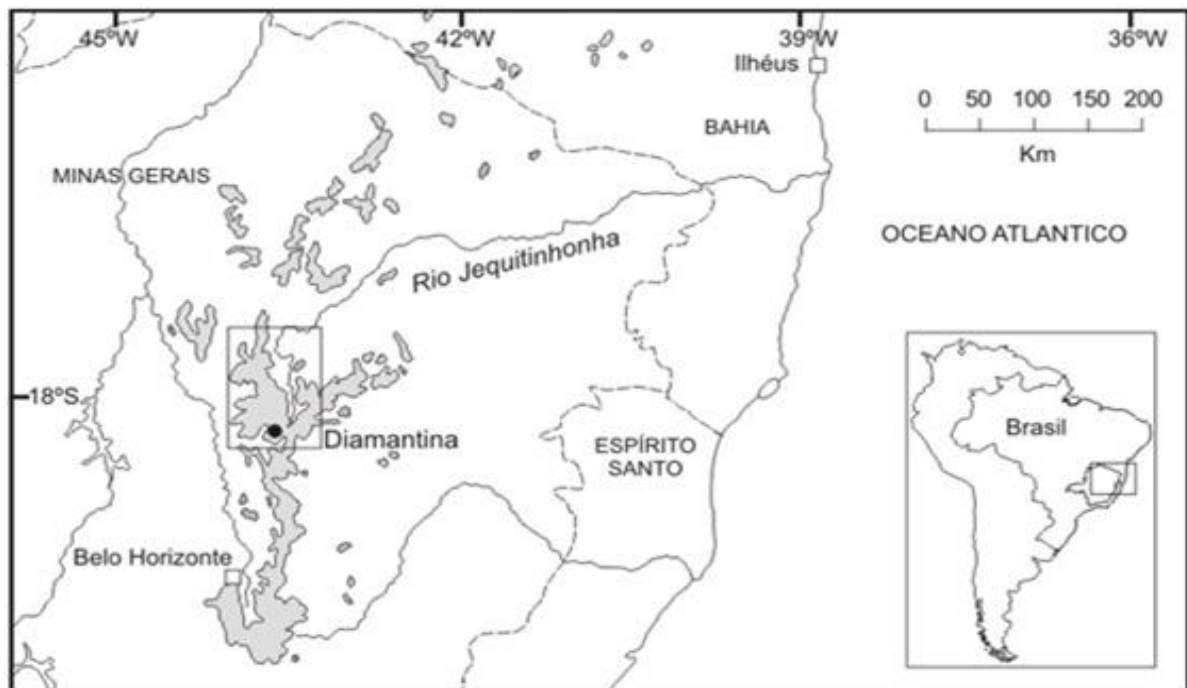
*Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* é uma cactácea colunar que habita regiões a partir de 900 m de altitude, sobre afloramentos rochosos. Apresenta hábito arbustivo, com caule frequentemente ramificado, suculento, de cor verde e suas flores são brancas, geralmente posicionadas no ápice dos ramos, e produz frutos (bagas) ovóides a globosos, azulados.

Popularmente conhecido na região do planalto de Diamantina como quiaboda-lapa, é encontrado ao longo do Espinhaço, desde Cocais até Grão Mogol no estado de Minas Gerais (Zappi e Taylor, 2008). A região de Diamantina-MG, localizada na porção meridional do espinhaço é um dos locais de distribuição da espécie, onde o *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* é tradicionalmente consumida pelas comunidades de Diamantina e região que circulam por sua área de ocorrência. A exploração intensiva e sem tecnologias apropriadas podem causar erosão genética da espécie.

O objetivo deste trabalho foi estudar os ritmos de produção de flores e frutos de *C. minensis* subsp. *leiocarpus*, conhecer sua biologia floral e reprodutiva, seus visitantes florais e os prováveis dispersores de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo – O estudo foi realizado em uma área de campo rupestre do Campus Juscelino Kubitscheck (18°11'48.23"S, 43°34'8.74" W), com altitude em média de 1200m acima do nível do mar, pertencente à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Diamantina-MG, na Serra do Espinhaço Meridional (Figura1).



**Figura 1:** Localização do município de Diamantina dentro do contexto da Serra do Espinhaço, (Fonte: Instituto Biotrópicos).

Os campos rupestres são caracterizados por uma vegetação heterogênea, formada por um mosaico de comunidades relacionadas e influenciadas por fatores abióticos, como a disponibilidade de água, exposição ao sol, topografia, declividade, microclima e a diversidade de substratos (Giullieti e Pirani, 1988). Incluem formações herbáceas arbustivas associadas a solos litólicos, predominantemente quartzitos (Rapini *et al.*, 2008). O material decomposto permanece nas frestas dos afloramentos rochosos, ou pode ser carregado para locais mais baixos, ou então forma depósitos de areia quando o relevo permite. Os ecotipos vegetais espontaneamente encontrados nesse ambiente são o campo cerrado, o cerrado rupestre e o campo rupestre (Silva, 2005).

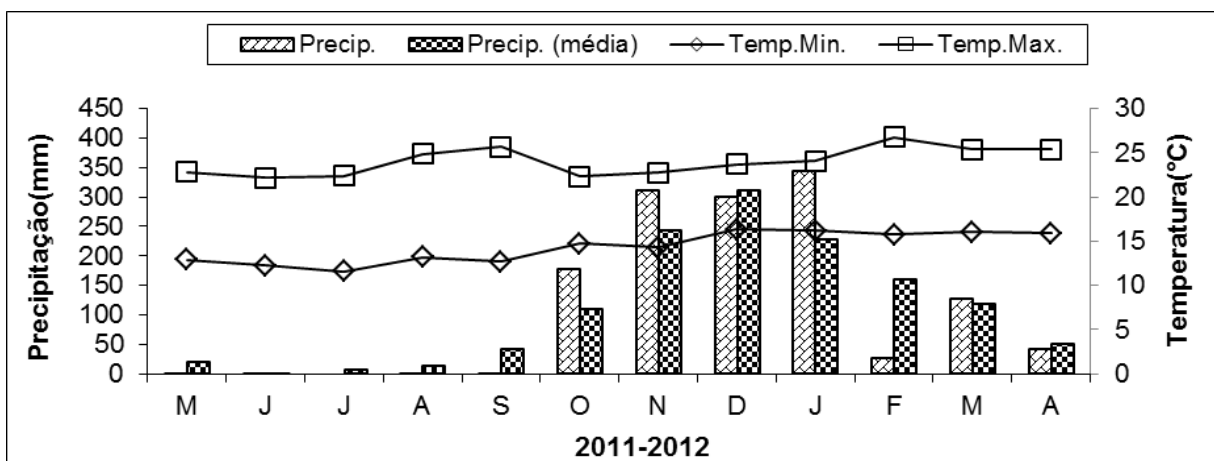
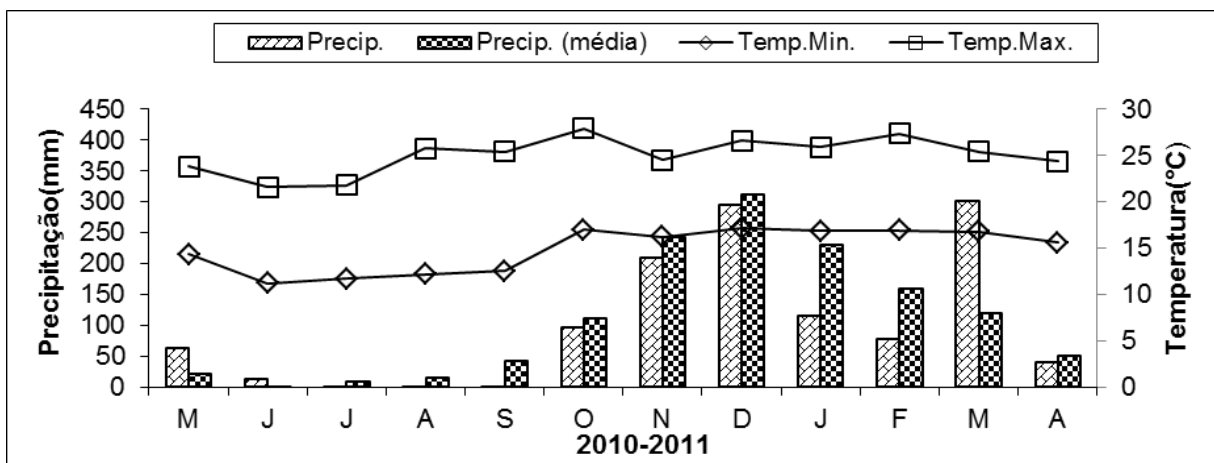
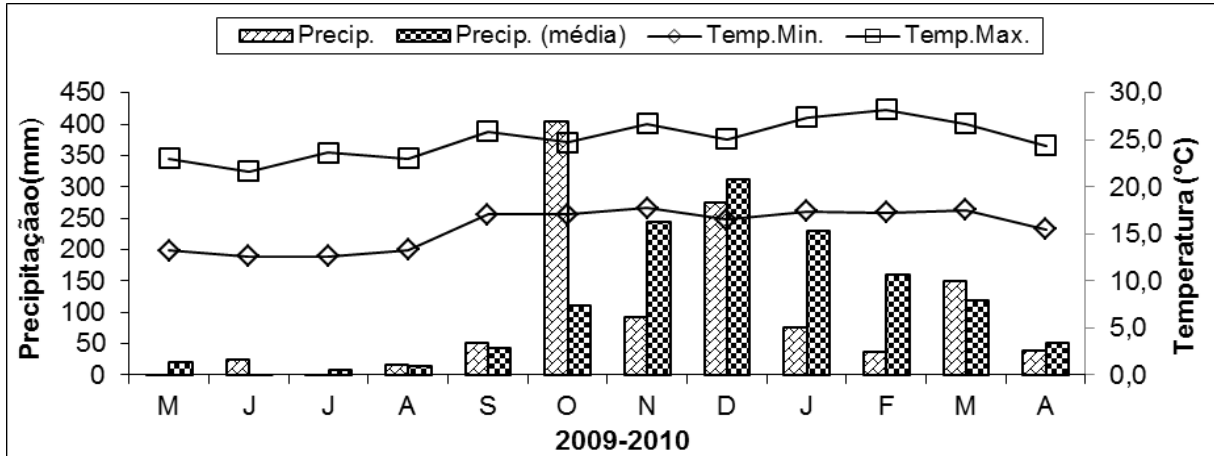
O clima é caracterizado como mesotérmico, do tipo Cwb de acordo com a classificação de Köppen, com verões amenos e com estação úmida ocorrendo de

outubro a março e a seca de abril a setembro. A média anual de precipitação oscila entre 1.250 e 1550 mm, sendo que a maior parte do volume da água precipitada no ano concentra-se nos meses de outubro a janeiro. As temperaturas médias anuais estão entre 14,3 a 25,1 °C, com máxima de 33°C em outubro e mínima de 5,8°C em julho. Foram coletados os dados climáticos de 10 anos para Diamantina (1999-2008) obtidos no INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) que foram comparadas com os dados obtidos para o período de estudo (maio de 2009 a abril de 2012), (Figura 2).

O clima é claramente sazonal, sendo que os meses de junho e julho de 2010 foram os mais frios, com 11,2 °C e 11,7°C de média mínima respectivamente, e mínima absoluta de 9,6 °C em junho. Fevereiro de 2010 foi o mês mais quente com 28,2 °C de média máxima, e máxima absoluta de 31,6 °C.

A estação úmida 2009/2010 foi atípica, sendo outubro um mês mais úmido, com 405 mm, enquanto que novembro, janeiro e fevereiro foram meses com precipitação inferior à média climatológica, o que caracteriza um “veranico”, também observado em janeiro e fevereiro de 2011 e apenas em fevereiro de 2012, sendo que em janeiro de 2012 houve uma precipitação alta (Figura 2).

Espécie estudada – *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* depositada em herbário da Universidade federal dos Vales do Jequitinhonha é uma espécie pertencente a família Cactaceae, endêmica na Cadeia do Espinhaço. A subespécie *leiocarpus* apresenta uma distribuição mais ao norte da subespécie típica, se estendendo da região de Diamantina até o município de Grão Mongol (Taylor e Zappi, 2008). Apresenta-se como uma planta arbustiva, colunar, 0,4 a 2,0 m de altura, frequentemente ramificada, que ocorre sobre afloramentos rochosos em campos rupestres suas raízes se encontram geralmente afixadas em meio às fendas das rochas ou associadas a cupinzeiros (Figura 3).



**Figura 2:** Precipitação acumulada mensal, temperaturas mensais médias, máximas e mínimas nos períodos de maio 2009 a abril de 2010, maio de 2010 a abril de 2011 e maio de 2011 a abril de 2012 e precipitação média dos últimos 10 anos (1999/2008) anteriores ao período do estudo em Diamantina-MG (INMET).





**Figura 3:** Indivíduo de *Cipocereus minensis* localizadas em à área de campo rupestre da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

Os ramos possuem diâmetros que variam de 2,0 a 4,75 cm, contêm de 13 a 18 costelas obtusas, cilindro vascular levemente lenhoso. Apresentam tecidos rígidos, mucilaginosos, epiderme verde e ramos constrictos, com aréolas de 2,24 a 3,46 mm de diâmetro, e 10 a 15 espinhos retos, radiais, cinzas, com 1,2 a 16,0 mm de comprimento. Flores brancas, laterais ou subapicais, tubulosas. Frutos bagas, ovoides a globosos, apresentando coloração azulada e costelas ao longo do epicarpo quando imaturos e em estágios mais avançados de maturação encontram-se com coloração esverdeada e presença de costelas apenas no ápice do fruto quando maduros, bem como consistência mais tenra (Figura 4).





**Figura 4:** Fruto maduro (A) e fruto imaturo (B) de indivíduos de *Cipocereus minensis* localizadas em área de campo rupestre pertencente a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

Biologia floral – Foram coletadas 25 flores em antese em diferentes indivíduos e fixadas em FAA 70% para aferição de medidas e a caracterização morfológica (Nassar e Ramirez, 2004). Com o auxílio de paquímetro digital e estereomicroscópio óptico, mediu-se o comprimento externo total das flores da base do ovário ao ápice das tépalas, diâmetro externo e interno da câmara nectarífera, número e comprimento dos lóbulos do estigma e comprimento das anteras e diâmetro interno do ovário. A forma, odor, cor das flores e diâmetro total em antese foram descritos e coletados nas plantas em campo.

Para acompanhamento dos estágios de desenvolvimento das flores e frutos de *Cipocereus minensis* foram marcados e acompanhados seis botões florais em fase inicial, de seis indivíduos ( $n = 36$ ), em julho de 2010. O período de observação compreendeu desde o aparecimento dos botões, crescimento intermediário, antese, frutos imaturos e seu desenvolvimento, até a sua dispersão.

Foram selecionados 30 botões florais em pré-antese de 16 indivíduos para contar o número de estames/flor, grãos de pólen/flor e óvulos/flor. A contagem do número de grãos de pólen foi realizada através de duas anteras por flor de acordo com o método proposto por Dafni *et al.* (2005). O número de grãos de pólen/flor foi então estimado a partir do produto da média de grãos de pólen por antera, pelo número médio de anteras por flor. Para determinação do número médio de sementes por fruto foram coletados 30 frutos de 16 indivíduos, e então se estabeleceu as relações pólen/óvulo e semente/óvulo.

Para a verificação de volume e concentração de néctar foram ensacadas ao entardecer oito flores em pré-antese, para extração de néctar. Foram usados capilares graduados para extração e parte do néctar extraído foi analisada quanto a sua concentração através de refratômetro de mão (ATAGO N1®, valor de BRIX de 0-32%). Após esse procedimento as flores foram novamente ensacadas e analisadas novamente a cada duas horas, até às 09h00 da manhã seguinte. O experimento foi realizado em julho de 2010 (estação seca).

Visitantes florais e dispersores de sementes: Para identificar visitantes florais e dispersores de sementes foram instaladas armadilhas fotográficas (Tigrinus® e Bushmell®) durante quatro períodos, sendo o primeiro em setembro de 2009 (duas armadilhas), durante 20 dias; o segundo em abril de 2011 (uma armadilha), durante 22 dias, sendo que nesses dois primeiros períodos as armadilhas foram afixadas próximas a diferentes indivíduos em floração e frutificação, para monitoramento dos visitantes florais vertebrados e os prováveis dispersores de sementes noturnos e diurnos. O terceiro período foi de início de agosto à final de outubro de 2011, que além da instalação de 03 armadilhas fotográficas, foram também instaladas um total de 24 armadilhas de arame galvanizado para captura viva dos roedores. Os indivíduos capturados seriam marcados com anilhas numeradas (Zootech®) e soltos novamente no mesmo local de captura. Suas fezes coletadas e levadas para laboratório de Zoologia da UFVJM, onde seriam lavadas e analisadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico, na busca por sementes de *C. minensis*. No quarto período que foi de 16/01/2012 à 10/02/2012, foram instaladas seis armadilhas fotográficas e 30 armadilhas de captura do mesmo tipo descrita acima e com a mesma finalidade. Os visitantes florais diurnos também foram observados de forma *Ad libitum* e registrados com câmera digital (CANON®), durante todo o período de estudo da fenologia.

Biologia reprodutiva: Com a finalidade de conhecer o sistema reprodutivo e o efeito de polinizadores diurnos e noturnos foram realizados os seguintes tratamentos para a biologia reprodutiva: Tratamento 1 (autopolinização espontânea) - foi realizado o ensacamento com voal de 33 botões de cinco indivíduos em pré-antese, que permaneceram ensacados até a total senescência; tratamento 2 (autopolinização manual) - 20 botões em pré-antese de cinco indivíduos foram ensacados e desensacados durante a noite, quando estavam em antese e realizou-se a autopolinização manual utilizando um pincel. As flores foram acompanhadas

até a formação de frutos; tratamento 3 (polinização natural) - 50 botões em pré-antese, de cinco indivíduos foram marcados com fio de lã colorido e acompanhados até formação dos frutos; tratamento 4 (xenogamia) - 23 botões em pré-antese de cinco indivíduos foram ensacadas e desensacados durante a noite, quando estavam em antese total. Estes foram emasculados e realizou-se a polinização cruzada manual, onde foi coletado pólen de flores de três diferentes plantas separadas em torno de 10 m em relação às plantas que receberiam o pólen. Com o auxílio de um pincel foi depositado pólen no estigma das flores que foram acompanhadas até a formação de frutos; tratamento 5 (polinizador noturno) - 33 botões de cinco indivíduos em pré-antese foram ensacados e desensacados às 19h do mesmo dia e permaneceram abertos até 1h:00 e então foram ensacados novamente, e acompanhados até a formação dos frutos; tratamento 6 (polinizador diurno) - 33 botões de cinco indivíduos em pré-antese foram ensacados no final da tarde e desensacados a partir das 5h:00min da manhã, quando ainda estavam em antese e ensacados novamente às 10h:00min da manhã do mesmo dia e acompanhados até a formação de frutos.

Fenologia- Para realização das observações fenológicas foram marcados e etiquetados 30 indivíduos adultos de *Cipocereus minensis*, sistematicamente, ao longo de uma área de campo rupestre dentro do Campus Juscelino Kubitscheck, na UFVJM. Os indivíduos foram observados semanalmente, no período entre maio de 2009 a abril de 2012, totalizando 36 meses de observações. Utilizando o método quantitativo de acordo com D'Eça-Neves *et al.* (2004) foram realizadas anotações semanais da ocorrência dos seguintes eventos fenológicos: botões iniciais (aproximadamente <2cm de comprimento), botões florais maduros (aproximadamente >2cm de comprimento), frutos imaturos (quando apresentavam epicarpo azulado, rígido e com costelas ao longo de todo epicarpo) e frutos maduros, em dispersão (quando apresentavam epicarpo esverdeado e consistência tenra). A quantidade de flores e frutos produzidos foi correlacionada com a precipitação, temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica para o mesmo período.

Os padrão de floração da espécie foi caracterizado de acordo com a frequência e regularidade dos eventos, como na classificação de Newstrom *et al.* (1994). O período de frutificação foi considerado desde o estágio inicial (fruto imaturo) até o final de desenvolvimento (fruto maturo). Os frutos foram

contabilizados somente após a nítida visualização do desenvolvimento do ovário e senescência das tépalas.

Para realização do monitoramento fenológico de *Cipocereus minensis* foi também estimado mensalmente o índice de intensidade ( $n^{\circ}$  de botões florais maduros, frutos imaturos ou maduros, produzidos por um indivíduo no mês analisado/maior  $n^{\circ}$  de botões florais maduros, frutos imaturos ou maduros produzidos em um mês durante o período de estudo, pelo indivíduo), com valor de 0 a 1, e a porcentagem (%) de ocorrência ( $[(n^{\circ}$  de plantas na fenofase em cada mês/total de plantas] X100). Foram comparadas a produção de flores e frutos e a taxa de conversão flor/fruto, entre as estações secas e úmidas no período de maio de 2009 à abril de 2012.

Estatística: Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e foram feitas correlações de SPEARMAN dos eventos fenológicos mensais, relacionando-os com a precipitação acumulada mensal, temperatura média mínima e máxima mensal e amplitude térmica média mensal. Foi realizada uma análise de variância para comparar a produção dos botões florais maduros entre as estações secas e úmidas ao longo do período de 2009/2012. Os dados foram analisados ao nível de significância a 5% utilizando o software Prisma©.

## RESULTADOS

Biologia floral: *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* apresenta botões florais azulados e flores actinomorfas com odor suave na antese, que inicia-se entre 17h30min. e 18h30min. As tépalas se abrem vagarosamente até expansão completa do diâmetro da flor. A antese não é sincrônica entre os indivíduos, e as flores estão totalmente abertas entre às 19h:00min-21h:00min, permanecendo abertas até o final da manhã seguinte, quando começam a fechar e não abrem novamente, sendo que poucas flores por indivíduo abrem por dia.

As flores são apicais ou subapicais com média de  $46 \pm 6,58$  mm de comprimento e  $11,37 \pm 1,5$  mm de diâmetro externo (Tabela 1). O tubo floral é reto e o perianto apresenta segmentos reflexos, os externos oliváceos, carnosos, os internos delgados, brancos e média de  $36 \pm 5$  tépalas (Tabela 1).

As flores apresentam câmara nectarífera reta com média de comprimento de  $13,38 \pm 2,15$  mm, diâmetro externo  $6,99 \pm 1,51$ mm, protegida pelo conjunto de estames (Tabela 1). São encontrados em média 300 estames  $\pm 42$  dispostos em dois ciclos (Tabela 2). O comprimento médio das anteras é  $2,89 \pm 0,35$  mm (Tabela 1). As anteras são verrucosas e formam massa compacta e produzem em média  $1.388 \pm 284$  grãos de pólen (Tabela 2). O gineceu possui  $27,4 \pm 4,7$  mm de comprimento e estigma com média de  $10 \pm 2$  lóbulos e  $6,43 \pm 1,1$  mm de comprimento, geralmente inclusos em relação às anteras; ovário ínfero, com média de  $6,18 \pm 2,4$  mm de comprimento e  $5,6 \pm 1,9$  mm de diâmetro interno (Tabela 1). A média de número óvulos foi de  $1.062 \pm 185$  óvulos e a razão entre grãos de pólen e óvulos (P/O) foi de 393 e a de sementes e óvulos (S/O) foi de 0,9 (Tabela 2).

**Tabela 1:** Características biométricas das flores de *Cipocereus minensis* na região de Diamantina-MG, 2010. (n= 25 flores. Média (X), desvio padrão (Dp) e Variação.

<b>Dimensões flor</b>	<b>N</b>	<b>X ± Dp</b>	<b>Variação</b>
Comprimento da flor (mm)	25	46,09 ± 6,58	35,47-63,42
Diâmetro externo da flor (mm)	25	11,17± 1,5	7,58-13,9
Número de tépalas	25	36 ± 5	25 e 42
Comprimento câmara nectarífera (mm)	25	13,38 ±2,15	9,11-18,95
Diâmetro interno câmara nectarífera (mm)	25	6,99 ± 1,51	4,33-10,29
Comprimento da antera (mm)	25	2,89 ± 0,35	2,36-3,51
Comprimento do gineceu (mm)	25	27,4 ± 4,7	23,39-33,33
Número de lóbulos do estigma	25	10 ± 2	8 a 13
Comprimento do lóbulo (mm)	25	6,43 ± 1,1	3,86-8,43
Comprimento do ovário (mm)	25	6,18 ± 2,40	2,28-13,92
Diâmetro do ovário (mm)	25	5,69 ± 1,59	2,61-9,45

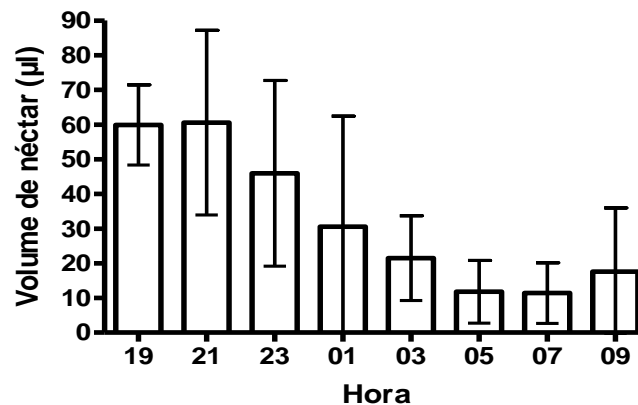
Dos 36 botões marcados para observação do período compreendido entre seu desenvolvimento, floração e produção de frutos, 13 foram predados (36,11%) e sete abortaram (19,44%), resultando na perda de 55,55%. Dos 16 botões que formaram frutos (44,44%), seis caíram e cinco foram predados ainda imaturos e somente cinco frutos (13,88%) amadureceram na planta completando o ciclo. O período que compreende o surgimento dos botões florais até a antese é de aproximadamente 15 dias. As flores quando fecundadas apresentam um nítido desenvolvimento do ovário cerca de cinco dias após a antese e os frutos amadurecem em um prazo de aproximadamente 35 dias. Totalizando um ciclo em torno de 50 dias entre o surgimento dos botões até a maturação dos frutos

Os frutos são ovoides a globosos, indeiscentes e apresentam em média  $958 \pm 369$  sementes (Tabela 2). Os restos florais são persistentes, enegrecidos, eretos, com inserção de base arredondada, profunda. O pericarpo é azulado quando imaturo e esverdeado quando maturo, e é coberto por cera. Possui polpa funicular aquosa, translúcida a esverdeada, de sabor ácido.

**Tabela 2:** Parâmetros florais e número de sementes por fruto de *Cipocereus minensis* na região de Diamantina-MG, 2010. Avaliação em um N= 30 , quanto à média (X) e desvio padrão (Dp)

Características Flor	X ± Dp
Estames por flor	303 ± 42
Grãos de pólen por antera	1.388 ± 284
Grãos de pólen por flor	417.865,20 ± 3.345,27
Óvulos por ovário	1.062,47 ± 185,98
Sementes por fruto	958,63 ± 369,35
Razão pólen/óvulo	393,30
Razão semente/óvulo	0,90

A produção média de néctar produzido pelas flores de *Cipocereus minensis* é de  $260 \pm 97,2$  ( $\mu\text{l}$ ) e a quantidade de néctar produzido pelas flores em diferentes períodos é apresentada na Figura 5. A produção foi de  $60 \pm 10,8$  ( $\mu\text{l}$ ) às 19:00h e  $61 \pm 24,9$  ( $\mu\text{l}$ ) às 21:00h e de  $46 \pm 25$  ( $\mu\text{l}$ ) às 23:00hs caindo no decorrer da noite e, subindo novamente até próximo de  $18 \pm 17,2$  ( $\mu\text{l}$ ) às 9:00h (Figura 5). Já a concentração média foi de  $20\% \pm 0,5$ .



**Figura 5:** Média e desvio padrão do volume de néctar de flores de *Cipocereus minensis* (n = 08), em relação ao horário de coleta.

Visitantes florais e dispersores de semente: A presença de visitantes florais diurnos foi registrada em vários momentos durante o período de observação através dos registros fotográficos. Foram observadas espécies de beija flores, como *Phaethornis pretrei* (Figura 6 A, B) e o *Eupetomena macroura* (Figura 6, D).

Foram também observados e fotografados coleópteros durante o dia e à noite (7 C e 7 D), e abelhas durante o dia (Figura 7 A, 7 B). Foi detectada a presença de uma espécie de morcego ainda não identificada, capturada em apenas dois registros próximo a flores em antese (Figura 7 E). O roedor *Thrichomys apereoides* é um dos



dispersores de semente de *C. minensis* sendo capturado removendo o fruto da espécie (Figura 7 F). Foi também registrado a presença de um lagarto, contudo em ramo estérneo.



**Figura 6:** Espécies de beija flor visitando indivíduos de *Cipocereus minensis*: *Phaethornis pretrei* (A e B) e *Eupetomena macroura* (C e D).





**Figura 7:** *Trigona* sp (A), *Apis melifera*, (B) Coleóptero (C), Coleóptero (D) , Morcego (E) *Thrichomys apereoides* (F) .

Biologia Reprodutiva: Os experimentos de biologia reprodutiva demonstraram que *Cipocereus minensis* é uma espécie alógama, auto-incompatível visto que os experimentos de autopolinização espontânea e manual não resultaram na formação de frutos (Tabela 3). Em *C. minensis* 80% das flores que foram naturalmente polinizadas e 83% submetidas à xenogamia formaram frutos (Tabela 3). Os resultados também indicaram que há uma maior eficiência na conversão de flores em frutos nos experimentos com polinizadores noturnos (33%) do que com diurnos (12%).

Tabela 3: Formação de fruto através de diferentes tratamentos de polinização do *Cipocereus minensis*

Tratamento	Nº de flores/indivíduos	Nº de Frutos formados (%)
Autopolinização espontânea	33/5	-
Autopolinização manual	20/5	-
Polinização natural	50/5	40(80)
Polinização cruzada (xenogamia)	23/5	19(83)
Polinizador noturno	33/5	11(33)
Polinizador diurno	33/5	04(12)

Fenologia: A floração foi um evento fenológico observado ao longo de quase todos os meses, com exceção apenas para maio de 2011 e janeiro de 2012 (Figura 8). A floração é mais expressiva de abril a julho, contudo, não ocorreu de forma homogênea em anos consecutivos. Foram detectados picos de floração em abril e em julho, no início e no auge da estação seca, respectivamente (Figura 8). Maio de 2009 foi um mês também com floração expressiva (150), não observada neste mês em 2010 e 2011. A observação de frutos em maio de 2009 indicou que houve um pico de floração também em abril deste ano. Foram também observados picos de floração em novembro, no início da estação úmida, em 2010 (121) e particularmente em 2011 com 250 eventos (Figura 8). Um pico menor de floração foi também observado em janeiro de 2010, que foi um mês com baixa precipitação. Períodos de floração na estação seca e na estação úmida, seguidos por meses sem floração, dentro de um mesmo ano, indicaram que *Cipocereus minensis* possui um período subanual de floração. Assim como para a floração a frutificação foi um evento que ocorreu na estação seca, de abril a setembro, com picos de frutos imaturos em abril-maio e julho-agosto de 2010 (Figura 8). Em janeiro e fevereiro de 2010, ao final da estação úmida foi observado um pico menor de produção de frutos imaturos, bem

como dezembro de 2011 e janeiro de 2012 (Figura 8). A observação de frutos maduros é muito baixa por estes caírem ou serem comidos por roedores e/ou provavelmente morcegos.

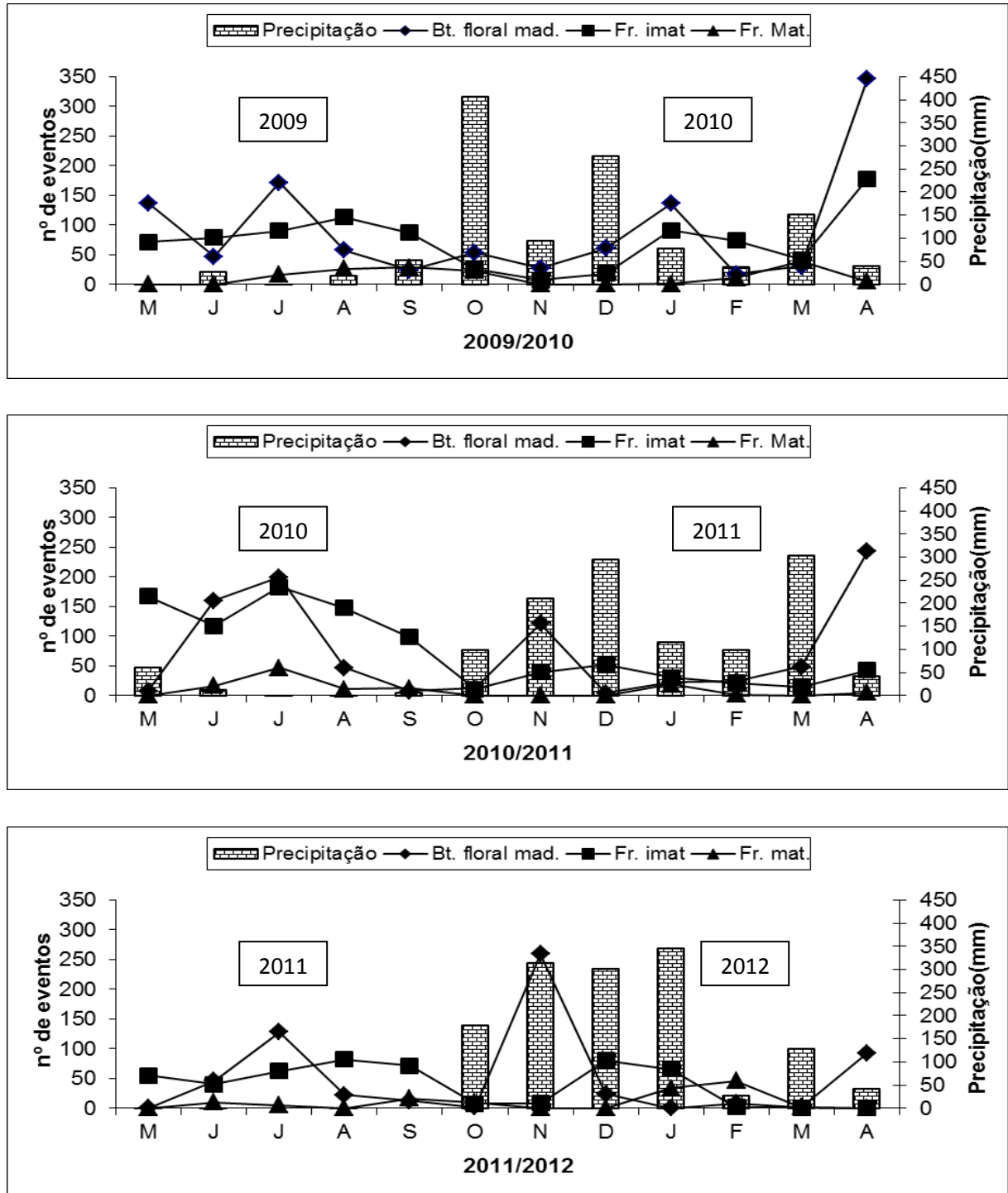


Figura 08: Fenologia da floração frutificação de *C. minensis* (n=30), e precipitação acumulada mensal no período de maio de 2009 a abril de 2012, em Diamantina-MG.

Na figura 9 é apresentada a proporção dos indivíduos em cada fenofase. Nos picos de floração encontrados na estação seca, em julho de 2009 e em abril e julho

de 2010 cerca de 80% dos indivíduos floresceram. Contudo, houve uma queda nesta porcentagem em julho de 2011 e em abril de 2012. A proporção de indivíduos em floração em maio de 2009 também foi alta (cerca de 70%). No pico de floração observado em novembro na estação úmida de 2010 e 2011, 67% e 74% dos indivíduos floresceram, respectivamente (Figura 9).

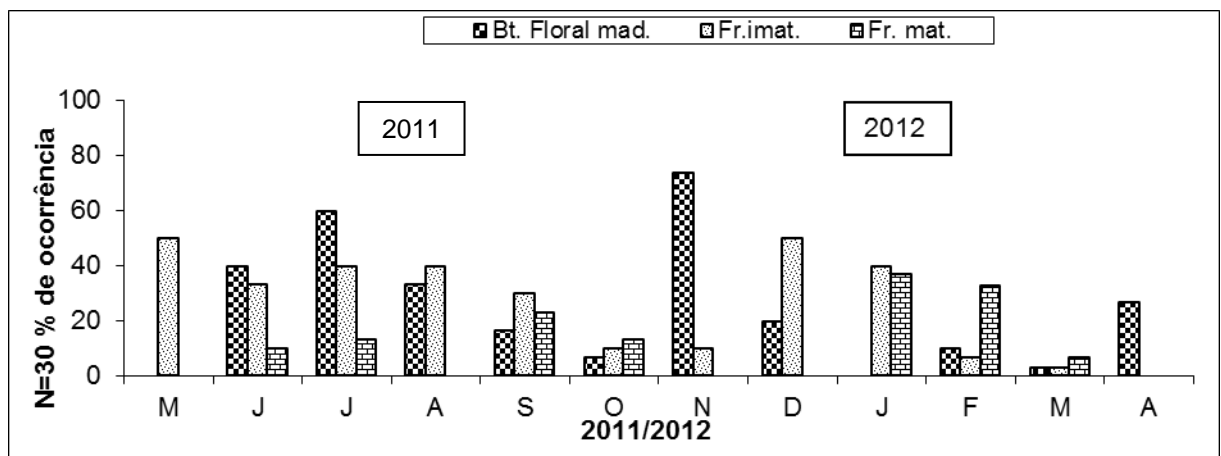
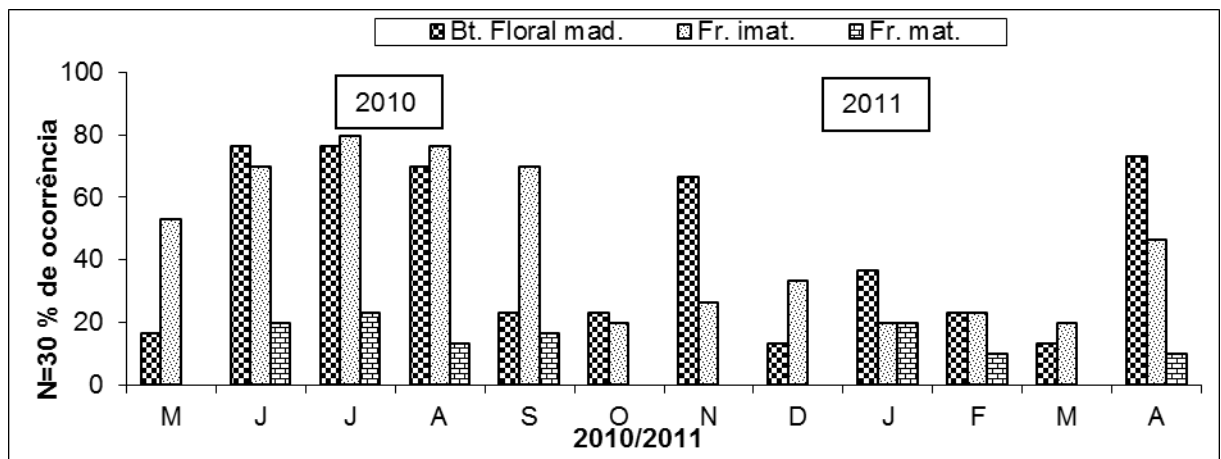
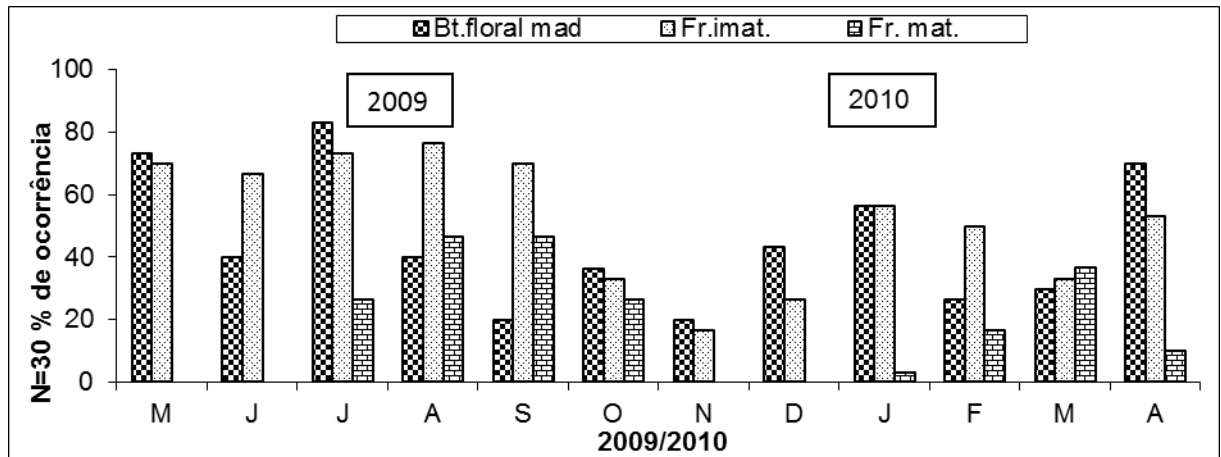
No período de maio a setembro, que corresponde ao incremento no número de frutos imaturos, cerca de 60 a 80% dos indivíduos de *C. minensis* apresentaram frutos, em 2009 e em 2010 (exceto maio de 2011, 50%). Contudo, em 2011, além da baixa produção de frutos imaturos, eles ocorreram em baixas proporções entre os indivíduos. Em janeiro e fevereiro de 2010 cerca de 60% dos indivíduos apresentaram frutos imaturos.

Apesar também da baixa incidência de frutos maduros, eles ocorreram numa maior proporção de indivíduos de julho a outubro de 2009, quando comparado com o mesmo período em 2010 e 2011 (Figura 9). Cerca de 40 % dos indivíduos apresentaram frutos maduros em janeiro de 2012.

O índice de intensidade de floração apresentou picos em abril e julho na estação seca, próximo de 0,4, exceto em 2011 (0,3) e em abril de 2012 (0,1). Um outro pico foi observado em setembro de 2009, no final da estação seca (Figura 10), porém numa pequena proporção de indivíduos. Picos de intensidade de floração foram também observados em novembro, na estação úmida, em 2010 e particularmente em novembro 2011 (0,4). Em janeiro de 2010 foi observado um pico menor de intensidade de floração (0,3).

O pico de produção de frutos imaturos em julho e agosto de 2010 foi acompanhado por uma alta intensidade deste evento, entre 0,4 e 0,5. Agosto de 2009 também foi um mês com alta intensidade de frutos imaturos (0,4). Uma maior intensidade de frutos imaturos na estação úmida foi observada em janeiro e fevereiro de 2010 e em dezembro de 2011 (Figura 10).

Altos índices de intensidade de frutos maduros foram observados na estação seca, de julho a setembro de 2009 e em julho de 2010. Já na estação úmida foram observados picos em março de 2010 e em janeiro e fevereiro de 2012 (Figura 10).



**Figura 9:** Porcentagem de indivíduos em floração e frutificação de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* (n=30), entre maio de 2009 a abril 2010, maio de 2010 a abril de 2011 e maio de 2011 a abril de 2012, em área de campo rupestre, Diamantina-MG.

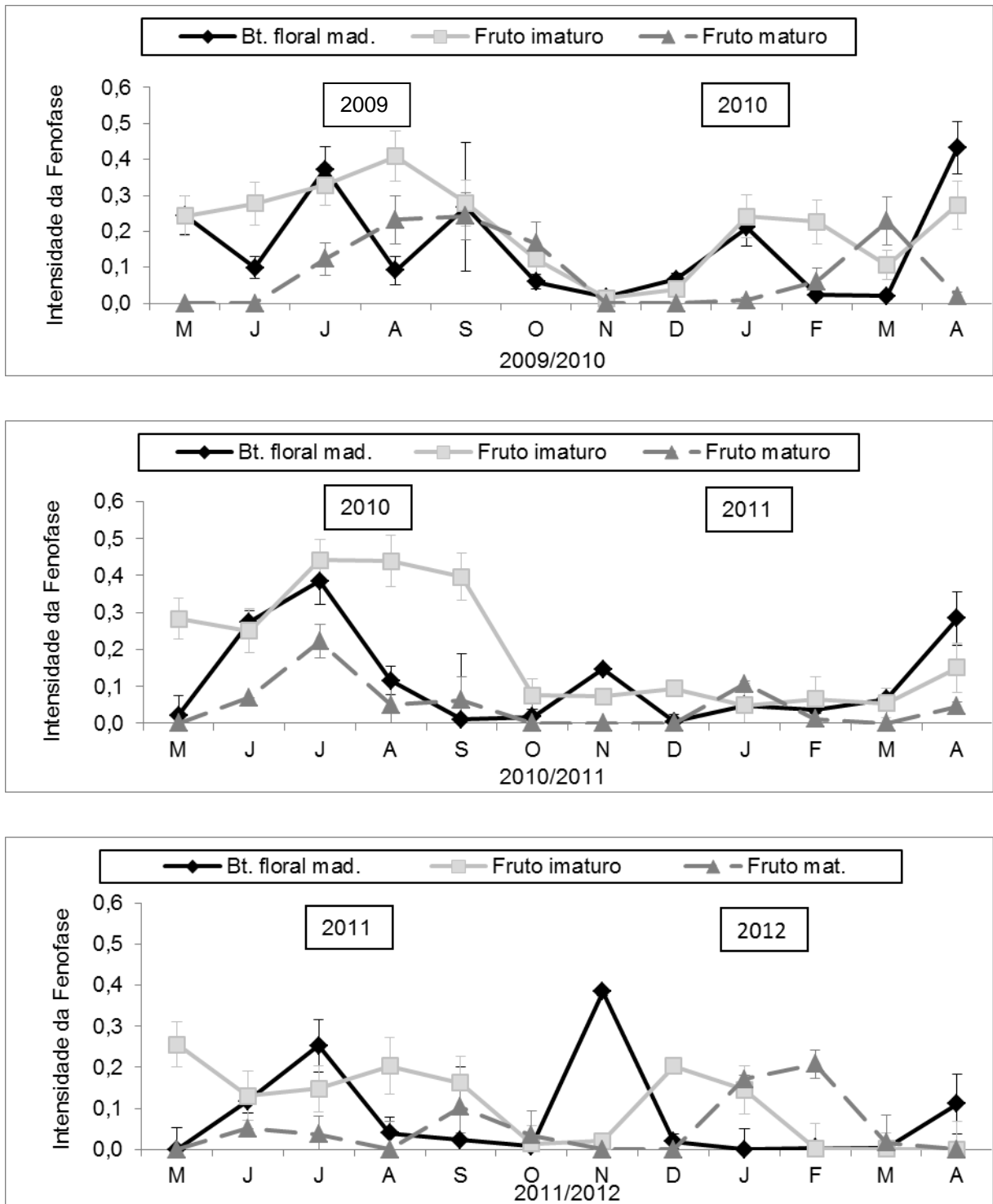


Figura 10: Índice de intensidade de floração e frutificação, de *C. minensis* (n=30), entre maio de 2009 a abril 2010, maio de 2010 a abril de 2011 e maio de 2011 a abril de 2012, em área de campo rupestre, Diamantina-MG.

Foi observada uma correlação negativa significativa entre o número de frutos imaturos e a precipitação e temperatura média ( $p < 0,01$ ), e temperatura média mínima ( $p < 0,05$ ) e positiva com a amplitude térmica ( $p < 0,05$ ). Foi também



observada uma correlação negativa entre floração e temperatura média máxima ( $p < 0,05$ ) (Tabela 4).

**Tabela 4:** Correlações (mês atual) entre, precipitação acumulada mensal, temperatura média mensal, temperatura média mínima mensal, temperatura média máxima mensal e amplitude térmica com o número de flores e frutos de *C. minensis*, em Diamantina-MG. Valores entre maio de 2009 a abril de 2012 ( $r_s$  = Coeficiente de correlação, grau de significância a 5%).

Variáveis Ambientais	Nº de botões	Nº de frutos	Nº de frutos
	florais	imaturos	maturos
	$r_s$	$r_s$	$r_s$
<b>Precipitação</b>	- 0,20	-0,47**	-0,19
<b>Temperatura média</b>	- 0,30	-0,43**	-0,06
<b>Temperatura média mínima</b>	- 0,24	-0,42*	-0,11
<b>Temperatura média máxima</b>	- 0,35*	-0,31	0,01
<b>Amplitude</b>	-0,08	0,36*	0,32

\* Valores significativos a 5%. \*\* Valores significativos a 1%

A análise de variância (ANOVA) da produção de botões florais na estação seca e úmida, nos diferentes anos, indicou que há uma maior produção significativa na estação seca ( $F=34,74$ ,  $p < 0,001$ ), como pode ser evidenciado na estação seca de 2010. Entretanto, a maior taxa de conversão de flor/fruto imaturo e flor/fruto maturo ocorreu nos períodos úmidos em 2009/10 e em 2011/12 (Figura 11).

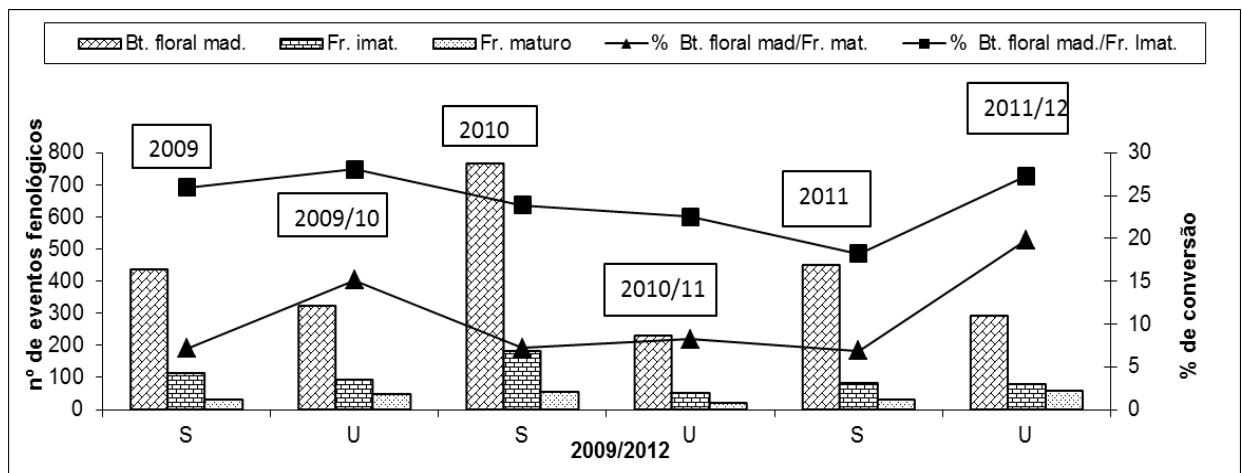


Figura 11: Porcentagem da conversão de botões florais maduros em frutos imaturos e frutos maturos de *C. minensis* ( $n=30$ ) na estação seca (S) e estação úmida (U), entre maio de 2009 a abril de 2012, Diamantina-MG.

## DISCUSSÃO

### Biologia Floral:

As características apresentadas pelas flores de *Cipocereus minensis* tais como antese noturna, odor suave elementos do perianto rígidos, estames, estiletos e estigmas resistentes, flores brancas, dispostas no ápice ou subapicais, câmara nectarífera encorpada, protegida e néctar abundante, com baixas concentrações de açúcar, sugerem que a polinização desta espécie é feita principalmente por morcegos (Zappi, 1989; 1994; Nassar, 1997; Viana *et al.*, 2001; Rocha *et al.*, 2007).

Essas características são similares as encontradas para *Hylocereus undatus* (Cactaceae) em estudo sobre a vulnerabilidade dos sistemas de polinização das cactáceas colunares no México (Valiente-Baunuet, 2002; Valiente-Baunuet *et al.*, 2007) e por Rocha *et al.* (2007) para *Pilosocereus tuberculatus*. Em 20 espécies de Cactaceae estudadas numa região da Venezuela 60% delas apresentou antese noturna e polinização por morcegos e insetos (Rondon e Pulido, 2001). Estas características estão presentes em outros gêneros de Cactaceae com *Carnegia*, *Coleocephalocereus*, *Espositoopsis*, *Facheiroa*, *Neuboxbaumia*, *Stenocereus*, *Stephanocereus* e *Weberocereus* (Rocha *et al.*, 2007).

A razão pólen/óvulo de 393,30 para *C. minensis* foi próxima da encontrada por Nassar e Ramirez (2004) em *Melocactus curvispinus* (400) que segundo Cruden (2000) colocaria a espécie na interface entre autogamia e xenogamia facultativa. Já *Pilosocereus tuberculatus* apresenta a razão/pólen óvulo de 272,72 (Rocha *et al.*, 2007) e possui um sistema reprodutivo predominantemente alogâmico, como encontrado em *Cipocereus minensis*.

O número de flores/indivíduo/dia é baixo em *C. minensis* estratégia esta classificada como "steady state" segundo Gentry (1974) o que é uma das características frequentemente associadas com polinizadores como morcegos, que estabelecem rotas diárias de visitas florais (Sosa e Soriano, 1992; Petit, 1995), comportamento conhecido como "traplining".

O volume de néctar por flor de *C. minensis* foi alto nas quatro primeiras horas após a antese, das 19:00 às 23:00hs, caindo até às primeiras horas da manhã quando subiu novamente às 9:00hs. Altos volumes de néctar no início da noite após a antese foram também observados por Rocha *et al.*, 2007 para *Pilosocereus*



*tuberculatus*, espécie exclusivamente polinizada por morcegos. Contrariamente, Dar *et al.* (2006) observaram uma maior produção de néctar às 09:30 da manhã em *Marginatocereus marginatus*, espécie com polinização noturna e diurna.

A produção média de néctar por flor de *Cipocereus minensis* de 260 ( $\mu$ l) foi superior ao encontrado para *Melocactus curvispinus* (163,1 $\mu$ l) com antese diurna e polinizada por beija-flores e também para *Marginatocereus marginatus* (98  $\mu$ l). Contudo, a produção foi equiparada a de *Pilosocereus tuberculatus* com cerca de 213 ( $\mu$ l) e *Cipocereus laniflorus* com 192 ( $\mu$ l) (Nassar e Ramires, 2004; Dar *et al.*, 2006; Rocha *et al.*, 2007; Rego *et al.*, 2012). Já a concentração de néctar de 20% foi semelhante a de *Cipocereus laniflorus* que foi em torno de 17%, polinizada principalmente por morcegos (Rego *et al.*, 2012) e superior à de *P. tuberculatus*, que variou de 9-14%, valor que segundo Rocha *et al.* (2007) se enquadra no padrão de polinização por morcegos. Dar *et al.* (2006) observaram valores superiores de concentração de néctar para *Marginatocereus marginatus* (25%). Viana *et al.* (2001) observaram nas flores de *Trichocereus pasacana*, espécie de cactácea com antese noturna, uma produção de néctar de 128,53 ( $\mu$ l) porém com concentração média de 30%. Segundo Scogin (1985) não existe diferenças significativas na concentração de néctar de espécies de cactos polinizadas por mariposas (15-34%), morcegos (17-26%) e beija-flores (22-30%) havendo sobreposição destas categorias. De fato, em estudo realizado por Chalcoff *et al.* (2006) a média de concentração de néctar para as flores visitadas por beija flores foi de 27%. Esta sobreposição pode favorecer a polinização da espécie através da presença de mais de um polinizador, como indicado por Locatelli e Machado (1999). Rocha *et al.* (2007) observaram que certas flores apresentam características que podem indicar uma transição entre polinizadores morcegos e beija-flores em espécies como *Cipocereus minensis* subsp. *minensis*, *Micranthocereus purpureus* e *Pilosocereus aurisetus*, corroborando os dados encontrados no presente estudo. Dar *et al.* (2006) no seu estudo com *M. marginatus* sugerem que existe uma tendência da espécie em se apresentar um sistema de polinização mais aberto e generalista e que este está relacionado com a disponibilidade sazonal de polinizadores.

Os resultados de produção de néctar pelas flores de *Cipocereus* foram adquiridos em uma amostra relativamente pequena de indivíduos (n=8), ocorrendo uma variação grande de volume total entre as flores, fato também encontrado em estudo sobre a biologia floral de populações de *Echinopsis ancistrophora*

(Cactaceae) onde foram encontrados variação de volumes de néctar influenciados pelo tamanho da flor (Schlumpberger *et al.*, 2009). Grandes variações de volume também foram encontradas em *Pilosocereus royenii* (Rivera-Marchand e Ackerman, 2006).

#### Visitantes florais:

*Cipocereus minensis* apresentou uma grande diversificação de visitantes florais vertebrados e invertebrados, noturnos e diurnos. Embora não tenha sido realizada uma observação sistemática dos visitantes em flores selecionadas foram detectadas por meio de armadilhas fotográficas e câmeras comuns as visitas de visitantes noturnos, i.e. morcegos (ainda não identificados) e de visitantes diurnos, incluindo duas espécies de beija-flores, *Phaethornis pretrei* e *Eupetomena macroura* além de coleópteros e abelhas.

Embora *C. minensis* apresente morfologia floral característica de espécies polinizadas por morcegos (Rivera-Marchand e Ackerman, 2006; Rocha *et al.*, 2007; Rego *et al.*, 2012) visitantes diurnos, principalmente beija-flores mas também abelhas são importantes.

Rego *et al.* (2012) observaram em *C. laniflorus* visitantes diurnos como besouros (Nitidulidae), abelhas (*Trigona fulviventris*) e beija-flores (não identificados) e noturnos. Foram coletados pelos autores pólen de *C. laniflorus* em três espécies de morcegos: *Anoura geoffroy*, *Glossophaga soricina* (Glossophagineae) e em *Pygoderma bilabiatum* (Stenodermatinae).

Dar *et al.* (2006) observaram a existência de um sistema de polinização complementar, aberto numa espécie de cactos colunar do México, que apresenta polinizadores diurnos e noturnos. Em quatro espécies de cactos colunares do deserto de Sonora Fleming (2002) indicou que três são polinizadas por morcegos, pássaros e insetos diurnos. Visitantes noturnos e diurnos também foram observados em *Echinopsis atacamensis* subsp. *pasacana* uma Cactaceae colunar de ocorrência na Argentina (Schlumpberger e Badano, 2005). No estudo de Rivera-Marchand e Ackerman (2006) com *Pilosocereus royenni*, espécie com síndrome típica para quiropterofilia, foi detectada uma maior eficiência da abelha *Xylocopa mordax* em detrimento dos demais visitantes, incluindo morcegos, dada a sua baixa frequência na área, devido provavelmente à ocorrência de furacões, garantindo a assim

reprodução desta espécie de cactos. Em áreas de campos rupestres da Chapada Diamantina Conceição *et al.* (2007) detectaram quiropterofilia e entomofilia em *Pilosocereus pachycladus*.

No estudo com *Cipocereus laniflorus* na Serra do Caraça Rego *et al.* (2012) observaram que a abelha *Trigona fulviventris* realiza visitas esporádicas às flores para coleta de pólen, entretanto como ladrões apenas, não efetivando a polinização, sendo este o comportamento dentre as Meliponinae. Rego *et al.* (2012) também observaram pequenos besouros (Nitidulidae) perfurando os botões florais de *C. laniflorus* e permanecendo na flor até a antese em busca de pólen, mas que não foram vistos tocando a superfície do estigma. Os pequenos besouros encontrados nas flores de *C. minensis* no presente estudo apresentaram este mesmo comportamento, e, como indicado pelos autores acima, não é provável que eles façam transferência de pólen entre plantas distantes, não sendo, portanto efetivos polinizadores.

A existência de um sistema aberto de polinização também foi observada em espécies de cactos globulares. Nassar e Ramírez (2004) em estudo com *Melocactus curvispinus* atribuíram a beija-flores e pequenas abelhas um papel importante na reprodução da espécie.

#### Biologia Reprodutiva:

As flores de *Cipocereus minensis* apresentam no início da antese o estigma recoberto pelas anteras apresentando pólen abundante. Com o passar do tempo o estigma se eleva acima das anteras, com os lóbulos unidos que se separam ao longo da noite, A projeção do estigma acima das anteras e separação tardia dos lóbulos sugere a ocorrência de dicogamia e hercogamia, mecanismos que evitam a autopolinização e promove a polinização cruzada (Nassar e Ramirez, 2004; Munguia-Rosas *et al.*, 2009; Carvalho e Mendel, 2010), Estes mecanismos também foram observados em *C. laniflorus* por Rego *et al.* (2012).

A não formação de frutos nos experimentos de biologia reprodutiva e de autopolinização espontânea e manual corroborou a hipótese de separação espacial e temporal da reprodução e sugeriu que *Cipocereus minensis* é predominantemente uma espécie alógama e auto-incompatível. Isto está de acordo com os resultados encontrados para outras espécies do gênero, como *C. laniflorus* (Rego *et al.*, 2012)

e também para espécies da tribo Cereeae, da qual faz parte, como *Cereus repandus*, *C. horispinus*, *Pilosocereus lanuginosus* e *P. tuberculatus* (Nassar *et al.* 1997, Rocha *et al.*, 2007). Uma outra espécie alógama dentro desta tribo é *Melocactus glauscescens* (Colaço *et al.*, 2006). Contudo, em *Melocactus* são encontradas principalmente espécies autógamas, como *M. andinus*, *M. paucispinus* e *M. schatzlii* (Colaço *et al.*, 2006; Nassar *et al.*, 2007). Neste gênero, portanto, existe uma transição evolutiva em direção à autogamia indicada por Nassar *et al.* (2007). Segundo Taylor e Zappi (1989) *Melocactus* é o gênero que apresenta os caracteres mais evoluídos da tribo Cereeae. Na tribo Trichocereae foram observadas espécies de cactos colunares também alógamas, como *Echinopsis chiloensis* ssp. *chiloensis* e *Trichocereus pasacana* (Badano e Schlumpberger, 2001; Walter, 2010).

Os experimentos com exclusão de polinizadores indicaram que em *Cipocereus minensis* os polinizadores noturnos foram responsáveis por uma produção três vezes maior do que os diurnos, semelhante ao encontrado para *Echinopsis chiloensis* ssp. *chiloensis* por Walter (2010) e por Munguia-Rosas *et al.* (2009) com a espécie *Pilosocereus leucocephalus*. Dar *et al.* (2006) também observaram este comportamento em *Marginatocereus marginatus* e indicaram que um sistema de polinização aberto, generalizado está relacionado com uma disponibilidade sazonal de polinizadores.

#### Dispersores de sementes:

O roedor *Thrichomys apereoides* é um dos principais dispersores de sementes do *Cipocereus minensis*, pois foram obtidos vários registros fotográficos do roedor removendo frutos dessa espécie (Figura 7E), além de serem encontradas sementes em suas fezes (obs. pes). Cheib e Garcia (2011) também verificaram o consumo de frutos de espécies do gênero *Arthrocerus* (Cactaceae) em campos rupestres por roedores.

Apesar de não haver uma evidência direta do consumo dos frutos de *Cipocereus minensis* por morcegos a dispersão das sementes de cactáceas por morcegos tem sido demonstrada na literatura (Godínez-Alvarez e Valiente-Banuet, 2000; Ruiz *et al.*, 2000; Rengifo *et al.*, 2007). Taylor e Zappi (2004) descreveram que a dispersão das sementes de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* e *Cipocereus*

*minensis* subsp. *minensis* ocorrem por morcegos e aves, sendo que em nosso estudo foi observada efetiva dispersão pelo roedor *Thrichomys apereoides*.

### Fenologia:

A floração de *Cipocereus minensis* ocorre na estação seca, com duração de dois a quatro meses, variável em anos consecutivos, e com picos no início e no meio desta estação, em abril e julho, respectivamente. A floração nestes meses é bem distribuída na população, ocorrendo em cerca de 80% dos indivíduos e com alta intensidade (Figuras 8 a 10). A apresentação dos picos de intensidade de floração tem sido usada para a caracterização do padrão fenológico, como em *Melocactus curvispinus*, que floresce nas épocas mais úmidas (Nassar e Ramirez, 2004).

Picos de floração na estação seca foram também observados para outras espécies de Cactaceae como *Cipocereus laniflorus*, *Melocactus paucispinus*, *M. glaucescens* e *M. zehntneri* (Locateli e Machado, 1999; Fonseca *et al.*, 2008; Rego *et al.*, 2012). Segundo Pimenta-Barrios e Del Castilho (2002) em algumas cactáceas o caule suculento supre a planta com água suficiente para formar estruturas reprodutivas durante a estação seca. A floração concentrada nos períodos secos pode ser favorável para a reprodução de espécies onde as flores ficam verticalmente expostas em áreas com vegetação aberta, susceptíveis a fortes chuvas e é mais propícia a polinização por morcegos e constitui numa importante oferta de recursos num ambiente sazonal como os campos rupestres (Ruiz *et al.*, 2000; Machado *et al.*, 2007; Fonseca *et al.*, 2008; Coelho e Machado, 2009).

Foi observado um pico de produção de flores em novembro de 2011, no início da estação úmida, com a floração ocorrendo em 80% dos indivíduos e com alta intensidade (Figuras 8 a 10). Quanto à conversão de flores em frutos imaturos e maduros, em relação à estação seca e úmida, foi observado que apesar da produção de flores ter sido maior na estação seca, a conversão em frutos ocorre em maior proporção na estação úmida (Figura 11). A limitação de recursos como nutrientes e água, a limitação de pólen bem como a incompatibilidade de pólen/óvulo tem sido propostos para explicar o aborto em frutos de Cactaceae (Pinã *et al.* 2007).

*Cipocereus minensis* apresentou um padrão subanual de floração de curta duração, com um a dois meses de maior intensidade, segundo a classificação de Newstrom *et al.* (1994). Porém durante nosso período de estudo ocorreu à presença

de flores e frutos em quase todos os 36 meses de observação, embora com baixa produção, em poucos indivíduos e com menores índices de intensidade (Figuras 8 a 10). Um padrão subanual de floração foi encontrado também em *Melocactus pauscispinus*; *Neoraimondia arequipensis* subsp. *roseiflora*; *Stenocereus griseus* e *Cereus repandus* (Nassar e Ramirez, 2004; Novoa *et al.*, 2005; Nassar e Emaldi, 2008).

## CONCLUSÕES

*Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* apresentou uma tendência a apresentar um sistema aberto de polinização, com ação de polinizadores noturnos, principalmente morcegos, e diurnos, principalmente beija-flores. Contudo, as características florais como elementos do perianto rígidos, câmara nectarífera encorpada e protegida, néctar abundante e com baixas concentrações, antese noturna, flores brancas e com abertura assíncrona de poucas flores em uma mesma noite, indicou haver uma maior relevância da síndrome de polinização por quiropterofilia, corroborada pela maior taxa de conversão flor/fruto observada nesta síndrome. Os experimentos de biologia reprodutiva indicaram que *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* é uma espécie alógama e auto-incompatível.

A dispersão das sementes de *Cipocereus minensis* é realizada pelo roedor *Thrichomys apereoides*, e provavelmente por morcegos, no entanto a ausência de registros fotográficos não permite essa confirmação.

Os eventos fenológicos de floração e frutificação de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* indicaram um padrão subanual, com picos principalmente na estação seca e eventualmente na estação úmida, e que apresentaram flutuações em anos consecutivos. A taxa de conversão flor/fruto da espécie é baixa devido à predação de frutos e flores e por causas naturais e a conversão de flores em frutos maduros é maior durante a estação úmida.

Estes resultados reforçam a necessidade de estudos fenológicos de longo prazo com *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* e darão subsídios para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo da espécie.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e à Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsa de estudos.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BADANO, E I.; SCHLUMPBERGER, B.O. Sistema de cruzamiento y estimaciones en la eficiencia de polinización sobre *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) en dos poblaciones del noroeste argentino. **Gayana Bot.** vol.58 no.2, Concepción, 2001.
- BENCKE, S.C.; MORELLATO, L.P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, vol. 25:269-275. 2004.
- BUSTAMANTE, E.; BÚRQUEZ, A. Effects of Plant Size and Weather on the Flowering Phenology of the Organ Pipe Cactus (*Stenocereus thurberi*). **Annals of Botany** 102: 1019–1030, 2008.
- CARVALHO, G.; MENDEL, R. Effects of herkogamy and inbreeding on the mating system of *Mimulus luteus* in the absence of pollinators. **Evolution Ecology** 24:509–522. 2010.
- CHALCOFF, V. R.; AIZEN, M.A., GALETTO, L. Nectar concentration and composition of 26 species from the temperate forest of South America. **Annals of Botany**, 97: 413-421. 2006.
- CHEIB, A. L.; GARCIA, Q. S. Longevity and germination ecology of seeds of endemic Cactaceae species from high-altitude sites in south-eastern Brazil. **Seed Science Research**, page 1 of 9, Cambridge University Press. 2011.
- COELHO, A. G.; MACHADO, C.G. Fenologia reprodutiva de *Prepusa montana* Mart. (Gentianaceae) em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, n.2, p.405-410, abr.-jun. 2009.
- COLAÇO, M. A. S., FONSECA R. B. S., LAMBERT, S. M., COSTA, C. B. N., MACHADO, C. G.; BORBA, E. L. Biologia reprodutiva de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo e *M. paucispinus* G. Heimen & R. Paul (Cactaceae), na Chapada Diamantina, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica.**, v. 29, n.2, p.239-249, 2006.
- CONCEIÇÃO, A. A.; FUNCH, L. S.; PIRANI, J. R. Reproductive Phenology, pollination and seed dispersal syndromes on sandstone vegetation in “Chapada Diamantina”, northeastern Brazil: population and community analyses. **Revista de Botânica**. vol. 30, nº 3, p. 475-485. 2007.
- CRUDEN, R. W. Pollen grains: why so many? **Plant Syst. Evol**, v. 222, p. 143-165. 2000.
- DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBANDE, B. C. **Practical Pollination Biology**. Ontário, Canada, 590p. 2005.

DAR, S.; ARIZMENDI, M. D. C.; VALIENTE-BANUET, A. Diurnal and Nocturnal Pollination of *Marginatocereus marginatus* (Pachycereeae: Cactaceae) in Central Mexico. **Annals of Botany**, 97: 423–427. 2006.

D'EÇA-NEVES, F. F.; MORELLATO, L. P. C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. **Acta botânica Brasilica**. n. 18, v.1, p 99-108, 2004.

FLEMING, T.H.; GEISELMAN, C.; KRESS, W.J. The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. **Annals of Botany** 104: 1017–1043. 2009.

FONSECA, R. B. S.; FUNCH, L. S.; BORBA, E. L. Reproductive phenology of *Melocactus* (Cactaceae) species from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Revista Brasileira Botânica**, v.31, n. 2, p. 237-244. 2008.

FOURNIER, L. A. O. Um método quantitativo para la medición de características fenológicas em árvores. **Turrialba**, vol. 24, nº 4. 1974.

FOURNIER, L. A. O. Observaciones fenológicas em el bosque húmedo pré-montano de San Pedro de Montes Oca, Costa Rica. **Turrialba**, v.26, n.1, p. 54-59. 1976.

GENTRY, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica**, v.6, n.1, p. 64-68. 1974.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R. 1988. **Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil**, In: HEYER, W. R.; VANZOLINI, P. E. (eds.). Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, p.39-69.

GODÍNEZ-ALVAREZ, H.; VALIENTE-BANUET, A. Fruit-feeding behavior of the bats *Leptonycteris curasoae* and *Choeronycteris mexicana* in flight cage experiments: Consequences for dispersal of columnar cactus seeds. **Biotropica**, 32(3):552-556. 2000.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. **Phenology and seasonality modeling**. Berlin, p. 3-19. 1974.

LOCATELLI, E.; MACHADO, I. C. S. Comparative study of the floral biology in two ornithophilous species of Cactaceae: *Melocactus zehntneri* and *Opuntia palmadora*. **Bradleya**, v. 17, p. 75-85. 1999.

MACHADO, C.G., COELHO, A.G., SANTANA, C.S. RODRIGUES, M. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. Ararajuba, **Revista Brasileira de Ornitologia**, 15:215-227. 2007.

MORELLATO, L. P. C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. Campinas, São Paulo, Universidade Estadual de Campinas, 1991. 176p. Tese de doutorado. 1991.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi**. In: MORELLATO, L. P. C. (org.). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Campinas: Editora Unicamp/FAPESP, p. 111-140. 1990.

MUNGUÍA-ROSAS, M. A.; SOSA, V. J.; JACOME-FLORES, M. E. Pollination system of the *Pilosocereus leucocephalus* columnar cactus (tribe Cereeae) in eastern Mexico. **Plant Biology**, vol.12, p. 578–586. 2009.

NASSAR, J.M., N. RAMIREZ ; LINARES,O. Comparative pollination biology of venezuelan columnar cacti and the role of nectar-feeding bats in their sexual reproduction. **Amer. J. Bot.** 84: 918-927. 1997.

NASSAR, J. M.; RAMÍREZ, N. Reproductive biology of the melon cactus, *Melocactus curvispinus* (Cactaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 248,n. 1-4, p. 31-44. 2004.

NASSAR, J. M.; RAMÍREZ, N.; LAMPO, M.; GONZÁLEZ, J. A.; CASADO, R.; NAVA, F. Reproductive Biology and Mating System Estimates of Two Andean Melocacti, *Melocactus schatzlii* and *M. andinus* (Cactaceae). **Annals of Botany** 99: 29-38. 2007.

NASSAR, J.M.; EMALDI, U. Fenología reproductiva y capacidad de regeneración de dos cardones, *Stenocereus griseus* (haw.) buxb. y *Cereus repandus* (l.) mill. (Cactaceae). **Acta bot. Venez.** 31 (2): 495-528. 2008.

NOVOA, S.; CERONI, A.; ARELLANO, C.. Contribución al conocimiento de la fenología del cactus *Neoraimondia arequipensis* subsp. *roseiflora* (Werdermann & Backeberg) Ostolaza (Cactaceae) en el valle del río Chillón, Lima-Perú. **Ecología Aplicada**, 4(1, 2). 2005

PETIT, S. The pollinators of two species of columnar cacti on Curaçao, Netherlands Antilles. **Biotropica** 29:175–183. 1995.

PIMIENTA-BARRIOS, E.; DEL CASTILLO, R.F. **Reproductive Biology**. In: Nobel, P.S. (Ed.). *Cacti: Biology and Uses*. London, University of California. p.75- 90. 2002.

PINA, H.H.; MONTAÑA, C.; MANDUJANO, M.D.C. Fruit abortion in the Chihuahuan-Desert endemic cactus *Opuntia microdasys*. **Plant. Ecol.** 193:305–313. 2007.

PRAUSE, J.; ANGELONI, P. Fenología de especies forestales nativas: abscisión de hojas. Universidad Nacional del Nordeste: **Comunicaciones Científicas y Tecnológicas**. 2000.

PROCTOR, M., YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. London: The Bath Press, 479p. 1996.

- RAPINI, A.; RIBEIRO, L. P.; LAMBERT, S.; PIRANI, R. JA flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, Belo Horizonte MG, Volume 4, nº 1-2. 2008.
- REGO, J. O.; FRANCESCHINELLI, E. V.; ZAPPI, D. C. Reproductive biology of a highly endemic species: *Cipocereus laniflorus* (Werderm) Ritter (Cactaceae). **Acta botânica Brasilica**, 26(1): 243-250. 2012.
- RENGIFO, C.; NARANJO, M.E.; SORIANO, P.J.. Fruit consumption by birds and bats on two species of columnar cacti in a semi-arid Andean Enclave of Venezuela. **Caribbean Journal of Science**, Vol. 43, No. 2, 254-259. 2007
- RIVERA-MARCHAND, B.; ACKERMAN, J. D. Bat Pollination Breakdown in the Caribbean Columnar Cactus *Pilosocereus royenii*. **Biotropica**, v. 38, n. 5, p. 635-642. 2006.
- ROCHA, E. A.; MACHADO, I. C.; ZAPPI, D.C. Floral biology of *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles & Rowley: a bat pollinated cactus endemic from the "Caatinga" in northeastern Brazil. **Bradleya**, v. 25, p. 125-128. 2007.
- RONDON, J. A.; PULIDO R. Aspectos fenológicos de las cactáceas de la zona xerófila do Estado Mérida-Venezuela. **Rev. Forest. Venezuela**. vol. 45(1),p. 57 a 63. 2001.
- RUIZ, A.; SANTOS, M.; CAVELIER, J.; SORIANO, P.J. Estudio Fenológico de Cactáceas en el Enclave Seco de la Tatacoa, Colômbia. **Biotrópica**, 32(3): 397-407. 2000.
- SILVA, A. C. **Solos**. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. (Ed.) Belo Horizonte. Serra do Espinhaço Meridional. Paisagens e ambientes. p. 71-77. 2005.
- SCHLUMPBERGER, B.O.; BADANO E.I. Diversity of floral visitors to *Echinopsis Atacamensis* subsp. *Pasacana* (Cactaceae). **Haseltonia**, vol.11, p18–26. 2005.
- SCHLUMPBERGER, O.B.; COCUCCHI, A.A.; MORÉ, M.; SÉRSIC, A.N.; RAGUSO, A. Extreme variation in floral characters and its consequences for pollinator attraction among populations of an Andean cactus. **Annals of Botany** 103: 1489–1500. 2009.
- SCOGIN, R. Nectar constituents of the Cactaceae. **The Southwestern Naturalist**, 30(1): 77-82. 1985.
- SOSA, M.; SORIANO, P. Los murciélagos y los cactus: una relación muy estrecha. **Carta ecológica**, 61:7–10. 1992.
- TAYLOR N. P.; ZAPPI D. C. An alternative view of generic delimitation and relationships in tribe Cereeae (Cactaceae). **Bradleya**, v. 7, p. 13-40. 1989.
- TAYLOR, N. P.; ZAPPI, D.C. **Cacti of Eastern Brazil**. Royal Botanic Gardens, Kew, 499 p. 2004.

TAYLOR, N.P.; ZAPPI, D.C. A neglected species of *Cipocereus*. **Cactaceae Systematics Initiatives**, 24: 8-11. 2008.

VALIENTE-BANUET, A. Vulnerabilidad de los sistemas de polinización de cactáceas columnares de México. **Revista Chilena de Historia Natural**, v.75: p. 99-104. 2002.

VALIENTE-BANUET, A.; SANTOS, A.G.; ARIZMENDIB, M.C. ; CASAS, A. Pollination biology of the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus* in the Tehuacán Valley, Mexico. **Journal of Arid Environments**, v. 68, p. 1–8. 2007.

VIANA, M. L.; ORTEGA BAES,P.; SARAVIA, M.; BADANO,E.I.;SCHLUMPBERGER, B. Biología floral y polinizadores de *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) en el Parque Nacional Los Cardones, Argentina. **Rev. biol. trop.** vol.49 n.1 San José Mar. 2001.

WALTER, H. E. Floral biology of *Echinopsis chiloensis* ssp. *chiloensis* (Cactaceae): Evidence for a mixed pollination syndrome. **Flora – Morphology Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 205, n. 11, p. 757-763. 2010.

ZAPPI, D.C. **A família Cactaceae nos Campos Rupestres da Cadeia do Espinhaço Minas Gerais, Brasil**. São Paulo, USP: 1989. 272p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciências Biológicas). 1989.

ZAPPI, D. C. *Pilosocereus* (Cactaceae). The genus in Brazil. **Succ. Pl. Res.** v.3, p. 1-160. 1994.

ZAPPI, D.C; TAYLOR N. P. Diversidade e endemismo das Cactaceae na Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v.4, n.1-2, p. 139-144. 2008.

## CAPITULO II

**GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* N.P. Taylor & Zappi (Cactaceae) NO PLANALTO DE DIAMANTINA-MG.**

**RESUMO:** (Germinação e desenvolvimento inicial do *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* N.P.Taylor & Zappi (Cactaceae) no planalto de Diamantina-MG). O *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* é uma Cactaceae ocorrente em campos rupestres na porção mineira da serra do Espinhaço, sendo popularmente conhecida na região do planalto de Diamantina-MG como quiabo-da-lapa. Estudos relacionados à germinação e desenvolvimento inicial são importantes para propostas de cultivo com a finalidade de reintrodução de espécies em seus ambientes naturais que sofreram processos de degradação. Esta pesquisa teve como objetivos: realizar a caracterização biométrica de plantas adultas, frutos e sementes; avaliar efeitos de alguns fatores como o armazenamento, maturação do fruto, uso de ácido giberélico, choque térmico, água corrente e passagem pelo aparelho digestivo do roedor *Thrichomys apereoides* Lund sobre a germinação; e acompanhar o desenvolvimento inicial de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* em diferentes substratos. O material vegetal utilizado no estudo foi obtido em uma população de área de campo rupestre, em Diamantina- MG (18°11'48.23"S, 43°34'8.74" W). Frutos coletados nas estações úmida e seca apresentaram diferenças de comprimento, diâmetro e peso, sendo os frutos maiores produzidos na estação úmida. Os frutos produziram em média  $958 \pm 369$  sementes, pesando e medindo, individualmente,  $0,0005$  g e  $1,5 \pm 0,10$  mm, respectivamente. Sementes armazenadas (em relação às recém-coletadas) ou extraídas de frutos em estágio mais avançado de maturação apresentaram maiores taxas de germinação. O tratamento das sementes com GA<sub>3</sub>, baixas temperaturas, água corrente e passagem pelo trato digestivo de agente dispersor não influenciou na germinação. A produção de flores apresentou correlação positiva significativa com o comprimento e diâmetro dos segmentos do caule. O maior incremento no comprimento e diâmetro dos segmentos do caule de plantas em estágio inicial de desenvolvimento foi maior em substrato contendo areia, solo e esterco.

**Palavras-chaves:** Caracterização biométrica, armazenamento de sementes, substratos.

**ABSTRACT:** (Germination and early development of *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* N.P.Taylor & Zappi (Cactaceae) in the highlands of Diamantina, Minas Gerais). The *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* is a Cactaceae occurring in rocky fields in the Minas Gerais portion of the Serra do Espinhaço, being popularly known in the plateau region of Diamantina-MG like "quiabo-da-lapa". Researches on germination and initial development proposals are important to farming in order to reintroduce species in their natural environments that have suffered degradation processes. This research aimed to perform the biometric characteristics of adult plants, fruits and seeds; evaluate the effects of some factors as storage, fruit ripening, use of gibberellic acid, thermal shock, water and passage through the digestive system of the rodent *Thrichomys apereoides* Lund on seed germination, and monitor the initial development of *C. minensis* subsp. *leiocarpus* on different substrates. The plant material used in the study was obtained in a population area in the rocky fields, in Diamantina-MG (18° 11'48.23"S, 43° 34'8.74" W). Fruits harvested in the wet and dry seasons differ in length, diameter and weight, and the largest fruit were produced in the wet season. The fruit yield on average 958 ± 369 seeds, weighing and measuring, individually, 0.0005 g, 1.5 ± 0.10 mm, respectively. Seeds stored (in relation to newly collected) or extracted from fruits in a more advanced stage of maturation showed higher germination rates. The seeds treatments with GA3, low temperatures, water and passage through the digestive tracts of dispersing agent have not affected the germination. The flower production has showed significant positive correlation with the length and diameter of the stem segments. The largest increase in length and diameter of the stem segments of plants in early stages of development was higher in trays containing sand, soil and manure.

**Keywords:** Biometric characterization, seed storage, substrates.



## INTRODUÇÃO

A família Cactaceae consiste em aproximadamente 124 gêneros e em torno de 1600 espécies, com distribuição quase restrita ao continente Americano, abrangendo o norte do Canadá até a região da Patagônia situada na Argentina, apenas com exceção da espécie *Rhipsalis baccifera*, que ocorre na África, Sri Lanka e em Madagascar (Rojas-Aréchiga e Vázquez-Yanes, 2000; Zappi e Taylor, 2008).

Existem quatro principais centros de diversidade da família Cactaceae, sendo que o Brasil é considerado o terceiro centro em nível de importância, ocorrendo um total de 160 espécies, que se situam no leste do Brasil, excluindo o sul do estado do Rio de Janeiro e o estado de São Paulo (Zappi e Taylor, 2008; Zappi *et al.*, 2011).

As cactáceas possuem grande importância ecológica e econômica em muitos dos ecossistemas onde elas habitam. No entanto, muitas dessas espécies enfrentam sérias ameaças pela destruição e fragmentação dos seus habitats, bem como extração ilegal (Nassar, 2011).

Dentre as várias espécies dessa família temos o *Cipocereus minensis* subsp *leiocarpus* N.P.Taylor & Zappi, uma espécie colunar arbustiva, com flores tubulosas brancas relativamente curtas e frutos globoides, com ampla distribuição em campos rupestres ao longo da Cadeia do Espinhaço, desde Cocais até Grão Mogol no estado de Minas Gerais (Taylor e Zappi, 2004; Zappi e Taylor, 2008), sendo popularmente conhecida na região do planalto de Diamantina-MG com a denominação de quiabo-da-lapa. Na região de Diamantina os frutos dessa espécie são consumidos in natura e o caule é utilizado no preparo de um prato típico em Diamantina-MG, divulgado na lista de roteiro gastronômico das cidades históricas de Minas Gerais (SETMG, 2008).

Segundo Abud *et al.*, 2010 a propagação das cactáceas pode ser realizada de forma sexuada ou assexuada, sendo a primeira um método ainda pouco utilizado devido à escassez de informações nesta área de conhecimento. Estudos sobre germinação e crescimento inicial em cactáceas têm sido importante devido ao fato de que a propagação é um aspecto essencial para a conservação (Rosas-López e Collazo-Ortega, 2004). Aspectos relacionados à germinação e caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de espécies dessa família, principalmente das nativas, são ainda escassos na literatura (Rojas-Aréchiga e Vázquez-Yanes 2000; Abud *et al.*, 2010). A germinação é um processo que envolve

diversos fatores abióticos, tais como luz, temperatura e disponibilidade de umidade no solo (Baskin e Baskin, 1988).

A dormência de sementes é uma estratégia de adaptação de sobrevivência em ambientes áridos e semiáridos, nos quais muitas espécies de cactáceas se desenvolvem (Flores *et al.*, 2008). Alguns estudos têm demonstrado que maioria das espécies de cactáceas produz uma quantidade alta de sementes por frutos, no entanto o que se tem observado é um baixo surgimento de novas plantas propagadas por sementes em seus ambientes naturais (Mandujano *et al.*, 1997; Rojas-Arehchiga e Vázquez-Yanes, 2000). Estudo realizado por Cheib e Garcia (2011) em campos rupestres da Cadeia do Espinhaço com a Cactaceae pertencente ao gênero *Arthrocereus* demonstrou que as espécies pertencentes a esse gênero apresentam uma baixa germinação em condições de temperaturas constantes de 10°, 15° e 35°. A influência da temperatura e luz na germinação foi encontrada em espécies de Cactaceae ocorrentes no Brasil, tais como, *Pilosocereus arrabidaei* e *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* (Meiado *et al.*, 2010; Martins *et al.*, 2012). Reis (2008), em estudo conduzido sobre germinação e desenvolvimento vegetativo de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus*, verificou o aumento na taxa de germinação dessa espécie após períodos de armazenamento, bem como um desenvolvimento vegetativo em área natural menor quando comparada com o *Pilosocereus aurisetus*, espécie de cactos ocorrente na mesma área de estudo.

O substrato apresenta grande influência na germinação, uma vez que fatores como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e grau de contaminação por patógenos podem variar segundo o material utilizado (Popinigis, 1977), sendo que estas características do substrato são também decisivas no desenvolvimento e sobrevivência da espécie (Nogueira *et al.*, 2003).

O presente trabalho teve como objetivos: 1) Avaliar biometria das plantas, frutos e sementes de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus*; 2) Avaliar fatores que influenciam na germinação da espécie; 3) Acompanhar o desenvolvimento inicial da espécie em diferentes substratos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Área do estudo: O estudo foi realizado em uma área de campo rupestre, localizada dentro dos limites do Campus Juscelino Kubitschek (18°11'48.23"S, 43°34'8.74" W), pertencente à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Diamantina-MG. O clima na região é caracterizado como mesotérmico Cwb de acordo com a classificação de Köppen. Apresenta-se com duas estações bem definidas, sendo uma úmida ocorrendo de outubro a março e uma seca que vai de abril a setembro. A média anual de precipitação oscila entre 1.250 a 1.550 mm, sendo que a maior parte do volume da água precipitada no ano concentra-se nos meses de outubro a janeiro. As temperaturas médias anuais estão entre 14,3 a 25,1°C, com máxima de 33°C em outubro e mínima de 5,8°C em julho.

Característica fenológica da espécie: *Cipocereus minensis* subsp *leiocarpus* N.P.Taylor & Zappi possui três picos de floração. Dois ocorrem na estação seca (abril a setembro), um pico no mês de abril e o outro no mês de julho, resultando em um primeiro e mais longo período de frutificação, entre os meses de maio até o início de outubro. O terceiro pico de floração ocorre na estação úmida, em novembro ou janeiro, resultando em um período de frutificação entre os meses de dezembro a fevereiro (Capítulo I).

Caracterização biométrica de plantas, frutos e sementes: Foram realizadas avaliações do comprimento, diâmetro e número de todos os ramos (segmentos do caule) de 30 plantas consideradas adultas de *Cipocereus minensis*, localizadas em afloramentos rochosos de campo rupestre localizado no Campus Juscelino Kubitschek da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri em Diamantina-MG. Para a realização das mensurações de comprimento foi utilizada fita métrica e para o diâmetro um paquímetro digital.

O tamanho de cada planta representa o somatório do comprimento linear de todos os segmentos do caule da planta. O diâmetro de cada planta representa a média do diâmetro de todos os segmentos do caule da planta.

Foram realizadas mensurações de comprimento, diâmetro e peso em 22 frutos coletados no mês de maio de 2010 (início da estação seca), 22 frutos coletados no mês de setembro de 2010 (final da estação seca) e 22 frutos coletados em janeiro de 2011 (estação úmida).

Foram utilizados 30 frutos para a contagem do número de sementes. Para a mensuração do comprimento das sementes foram utilizadas 100 sementes utilizando paquímetro digital, e para a mensuração do peso foi realizada a pesagem de três lotes de 1000 sementes utilizando balança digital.

Efeito do armazenamento das sementes na germinação: Foram utilizadas sementes extraídas de frutos coletados na planta em janeiro de 2011 e sementes remanescentes no Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFVJM obtidas de frutos coletados em agosto de 2005, 2007 e 2008. As sementes foram armazenadas em potes plásticos e mantidas em condição ambiente de laboratório até a realização dos testes. Nas sementes obtidas dos frutos coletados em 2011 os tratamentos consistiram de sementes colocadas para germinar imediatamente após a coleta (controle) e de sementes colocadas para germinar após armazenamento por sete, nove e doze meses. Nas obtidas de frutos coletados nos anos anteriores os tratamentos consistiram de sementes armazenadas por 24 (frutos coletados em 2008), 36 (frutos coletados em 2007) e 60 meses (frutos coletados em 2005).

Efeito do estágio de maturação dos frutos na germinação: As sementes utilizadas foram provenientes de frutos coletados em janeiro, fevereiro e maio de 2012. Os tratamentos consistiram de sementes obtidas de frutos coletados em quatro estágios de maturação: 1) fruto que apresentava epicarpo predominantemente azulado com algumas costelas no sentido longitudinal, caracterizando fruto no estágio 1 de maturação; 2) fruto coletado 10 dias após a coleta anterior o qual apresentava epicarpo predominantemente esverdeado e presença de costelas apenas no ápice do fruto, caracterizando fruto no estágio 2 de maturação; 3) fruto coletado 15 dias após a coleta dos frutos do estágio de maturação 1, caracterizando fruto no estágio 3 de maturação, o qual encontrava-se com epicarpo esverdeado e parcialmente predado provavelmente pelo roedor *Thrichomys apereoides*; 4) fruto com epicarpo esverdeado que estava ensacado e caiu, no entanto permaneceu na planta ensacado até apresentar aspecto visualmente murcho, caracterizando fruto no estágio 4 de maturação.

Efeito do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) na germinação: Sementes extraídas de frutos coletados em setembro de 2011 (estação seca), após 45 dias da coleta, foram colocadas para germinar após imersão em solução contendo 0, 500, 1000 e 2000 ppm de GA<sub>3</sub>, por 24 horas.

Efeito de água corrente na germinação: Sementes extraídas de frutos coletados em setembro de 2011 (estação seca), aos 45 dias da coleta, foram colocadas para germinar após serem mantidas em água corrente por 48h.

Efeito choque térmico na germinação: Sementes extraídas de frutos coletados em setembro de 2011 (estação seca) aos 45 dias da coleta, foram colocada para germinar após serem mantidas dentro de potes plásticos em geladeira à temperatura de 5°C durante 48h.

Efeito da luz na germinação: Sementes obtidas de frutos coletados em janeiro de 2011 (estação úmida), após um ano de armazenadas, foram colocadas para germinar na presença e ausência de luz. No tratamento sem luz as placas de Petri contendo as sementes foram recobertas com papel alumínio e o número de sementes germinadas foi analisado sob luz verde, aos 30 dias após o semeio.

Efeito da passagem das sementes pelo aparelho digestivo do roedor *Trichomys apereoides* na germinação: O roedor *Trichomys apereoides* Lund é um dispersor de sementes de *Cipocereus minensis* (Capítulo I). Foram instaladas no mês de agosto de 2011, que permaneceram até setembro de 2011, 24 armadilhas de arame galvanizado para captura do roedor. Os indivíduos capturados foram marcados com anilhas numeradas (Zootech®) e soltos novamente no mesmo local de captura. Por cinco dias consecutivos foram coletadas fezes acumuladas nas armadilhas.

As fezes foram lavadas em peneira e as sementes de *C. minensis* separadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico binocular, resultando nos seguintes números de sementes nas fezes por ordem de captura do roedor: roedor 01 (65 sementes), roedor 02 (41sementes), roedor 03 (59 sementes), roedor 04 (46 sementes) e roedor 05 (102 sementes). As sementes obtidas do trato digestivo de cada roedor foram separadamente colocadas para germinar no mesmo dia que foram coletadas das fezes, sendo utilizada apenas uma placa de Petri para as sementes de cada roedor. Devido ao insucesso da germinação dessas sementes, as mesmas foram retiradas das placas de Petri, colocadas para secar à temperatura ambiente, misturadas as de todas as fezes e armazenadas em ambiente de laboratório por dois meses, e então recolocadas para germinar.

Entre os meses de janeiro e fevereiro de 2012 foram instaladas mais 36 armadilhas de captura para os roedores. As sementes coletadas das fezes de dois

roedores capturados no mesmo dia da coleta foram misturadas e colocadas para germinar.

Efeito do substrato na emergência: Sementes que haviam sido coletadas em janeiro de 2011 e armazenadas por um ano, cuja taxa de germinação em germinador, após o armazenamento, em média foi de 70%, foram colocadas para germinar em bandejas de isopor com dimensões de 12X12X3,5 cm, contendo três tipos de substratos: substrato comercial da marca Terral®, solo de estrutura arenosa obtido em ambiente natural de ocorrência natural de *Comanthera elegans* (uma sempre viva da família Eriocaulaceae), sendo o mesmo substrato de ocorrência do *C. minensis* e substrato contendo uma mistura na proporção de 1:1 do solo arenoso e do substrato comercial.

Preparo das sementes e testes de germinação: Em todos os testes as sementes foram lavadas em água corrente com auxílio de peneira com a finalidade de separar as mesmas da polpa dos frutos, depois foram imersas em hipoclorito de sódio 2,5%, durante 10 minutos, e em seguida foram lavadas em água destilada por 5 vezes. As sementes foram dispostas sobre duas folhas de papel filtro umedecidas com água destilada, em placas de Petri, acondicionadas em germinador (Mangerdolf) à temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Segundo Rojas-Aréchiga e Vásquez-Yanes (2000) a temperatura a  $25^\circ\text{C}$  é ótima para a germinação da maioria das cactáceas. Em todos os testes foram utilizadas cinco repetições de 30 sementes. Avaliou-se a taxa de germinação e para o tratamento efeito no armazenamento avaliou-se também a taxa de germinação acumulada e a frequência relativa de germinação (sementes germinadas num intervalo em relação ao total germinado). Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram emissão da radícula. No experimento de germinação utilizando diferentes substratos, apenas foi utilizada uma bandeja para cada substrato contendo 150 sementes e as sementes foram consideradas germinadas com a emergência da plântula na superfície do substrato.

Efeito de substrato no desenvolvimento inicial de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* – As plantas foram separadas em duas categorias de tamanho: Entre 3,0 – 4,3 cm e entre 0,7 – 2,6 cm. Depois de separadas foram transplantadas para sacolas plásticas de 14X14 cm (altura e diâmetro) e 0,2 mm de espessura com capacidade de 350 ml, contendo três tipos de substrato: comercial, solo de cupinzeiro e substrato preparado na proporção 1:1:1, de areia, solo vermelho e esterco de bovino. O solo de cupinzeiro foi utilizado devido ao fato de que algumas

plantas de *Cipocereus minensis* ocorrem sobre os mesmos em ambiente natural. Para cada categoria de tamanho e substrato foram utilizadas 15 plantas, cada uma constituindo uma unidade experimental.

As plantas permaneceram durante doze meses em bancadas de madeira com aproximadamente 1,2 metros em relação ao solo e com cobertura de bambu, com aproximadamente 2 metros de altura em relação às plantas, proporcionando um sombreamento de 56%, em média, ao longo das bancadas. As plantas foram regadas quando a umidade dos substratos estava baixa. A altura e o diâmetro das plantas foram avaliados utilizando paquímetro digital para o diâmetro e régua de 30 cm para a altura. O resultado da análise físico-química dos três substratos encontra-se na tabela 1. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 15 repetições em esquema fatorial 3 x 2 (substratos x tamanho da planta) com parcelas subdivididas no tempo.

Tabela 1: Análise físico-química dos substratos utilizados no desenvolvimento inicial de *C. minensis* subsp. *leiocarpus*.

Substratos	Características químicas					
	pH água	P mg/dm <sup>3</sup>	K mg/dm <sup>3</sup>	Ca cmol/dm <sup>3</sup>	Mg cmol/dm <sup>3</sup>	Al cmol/dm <sup>3</sup>
Comercial	5,0	222,8	140,0	7,72	2,46	0,42
Solo de cupinzeiro	5,2	15,44	83,0	0,74	0,36	1,10
1:1:1(areia: solo: esterco)	6,3	12,72	1.057	2,32	1,80	0,02
	Características físicas (Granulometria)					
	Areia dag/Kg	Silte dag/Kg	Argila dag/Kg			
Comercial	29	13	58			
Solo de cupinzeiro	77	12	11			
1:1:1(areia: solo: esterco)	70	11	19			

**Estatística:** Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e realizou-se a correlação de SPEARMAN utilizando o software Prisma com valores significativos a 5% entre o tamanho, diâmetro e número de ramos e o número de flores produzidas por planta. O número de flores representa as flores produzidas no intervalo de três anos de avaliação da fenologia de plantas de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* (N=30) (Cap. I).

Os dados de todos os experimentos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o software de análise estatística Sisvar, exceção apenas para os dados de germinação em diferentes substratos, em que nenhuma análise estatística foi realizada.



## RESULTADOS

### Biometria das plantas, frutos e sementes

As plantas de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* avaliadas apresentaram comprimento de  $6,2 \pm 6$  m, diâmetro do segmento  $3,1 \pm 0,6$  cm e número de segmento  $11 \pm 11$  e suas respectivas variações (Tabela 2).

Os frutos do *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* coletados no início da estação seca (maio) apresentaram comprimento de  $2,8 \pm 0,5$  cm (Figura 1A), diâmetro de  $2,6 \pm 0,4$  cm (Figura 1B) e pesaram  $11,8 \pm 5$  g (Figura 1C). Os frutos coletados no final da estação seca (setembro) apresentaram comprimento de  $3,0 \pm 0,4$  cm (Figura 1A), diâmetro de  $2,8 \pm 0,5$  cm (Figura 1B) e pesaram  $14,1 \pm 5,9$  g (Figura 1C). Os frutos coletados na estação úmida (janeiro) apresentaram comprimento de  $3,4 \pm 0,3$  cm (Figura 1A), diâmetro de  $3,1 \pm 0,3$  cm (Figura 1B) e pesaram  $18,9 \pm 5,4$  g (Figura 1C).

O número de sementes por fruto foi de  $958,63 \pm 369,35$  e variaram entre 592-1590 sementes. O peso de 1000 sementes foi de 0,53 g, sendo que em 1 g contém aproximadamente 1886 sementes e a média do comprimento das sementes foi de  $1,5 \pm 0,10$  mm.

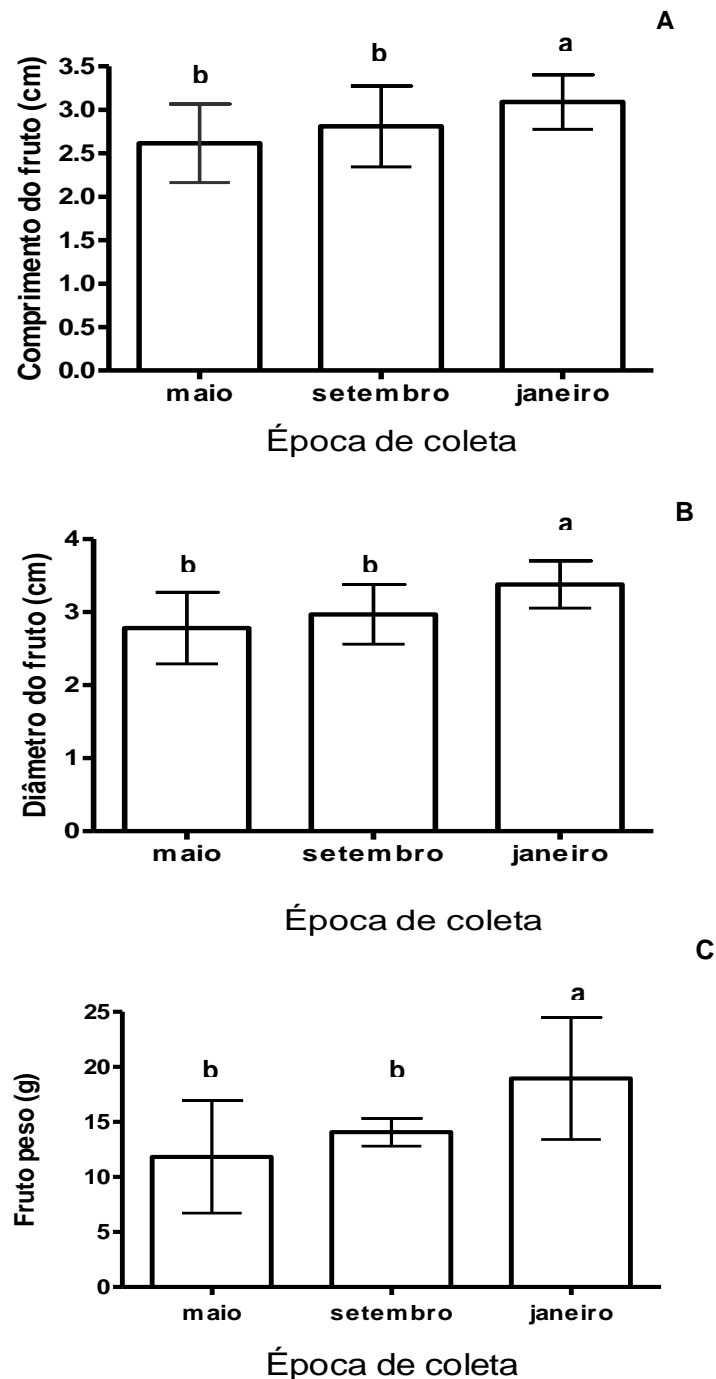
Tabela 2: Características biométricas de plantas adultas (N=30) de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* em área de ocorrência natural.

Dimensões da planta	X ± Dp	Varição
Tamanho da planta (m)	$6,2 \pm 6$	30-1,2
Comprimento do segmento (m)	$0,54 \pm 0,40$	2,5-0,02
Diâmetro do segmento (cm)	$3,1 \pm 0,6$	4,5-2
Número de segmento da planta	$11 \pm 11$	59-2

### Efeito do armazenamento das sementes na germinação

As sementes de *C. minensis* obtidas de frutos coletados em 2011 que foram armazenadas por 0 (controle), 7, 9 e 12 meses apresentaram, respectivamente, 5, 38, 75 e 72% de germinação (Figura 2). As sementes com taxas de germinação maiores que 30% (7, 9 e 12 meses) começaram a germinar entre o terceiro e o sexto dia após o semeio estabilizando aos 18, 27 e 24 dias respectivamente (Figura 3). A

frequência relativa foi máxima no nono dia após o semeio para esses mesmos períodos, indicando que o maior número de sementes germinou no início da segunda semana após o semeio (Figura 4).



**Figura 1:** Comprimento (A) diâmetro (B) e peso (C) de frutos de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* coletados em maio de 2010 (início estação seca), setembro de 2010 (final estação seca) e janeiro 2011 (estação úmida). Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5%.

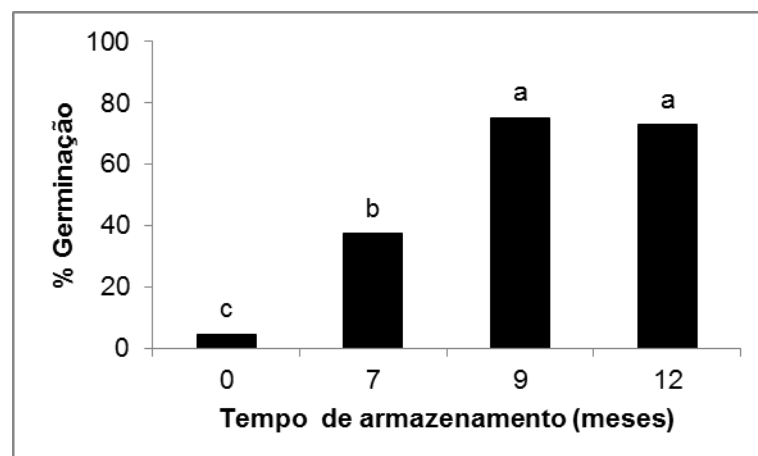
As sementes de *Cipocereus minensis* obtidas dos frutos coletados nos anos de 2008, 2007 e 2005 que foram armazenadas por 24, 36 e 60 meses respectivamente, apresentaram taxas de germinação de 18, 30 e 3%, respectivas aos anos 24, 36 e 60 meses de armazenamento (Figura 5).

#### Efeito do estágio de maturação dos frutos na germinação

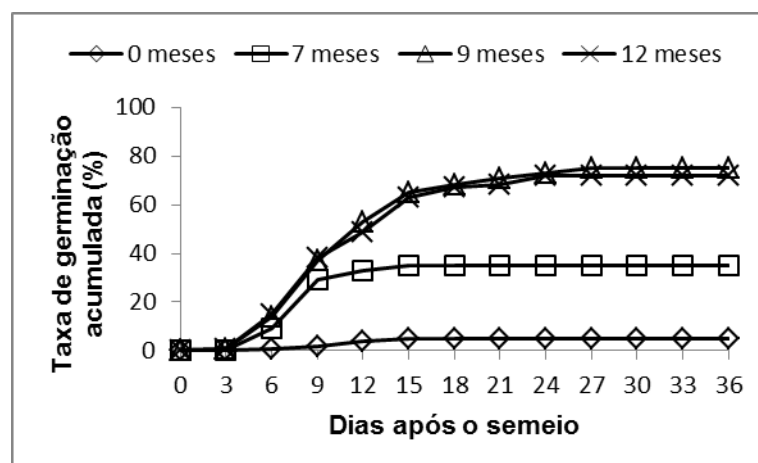
As sementes de *Cipocereus minensis* dos estágios 1, 2, 3 e 4 de maturação dos frutos tiveram taxas de germinação de 0, 1, 19 e 72%, respectivamente (Figura 6).

#### Efeito do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) na germinação

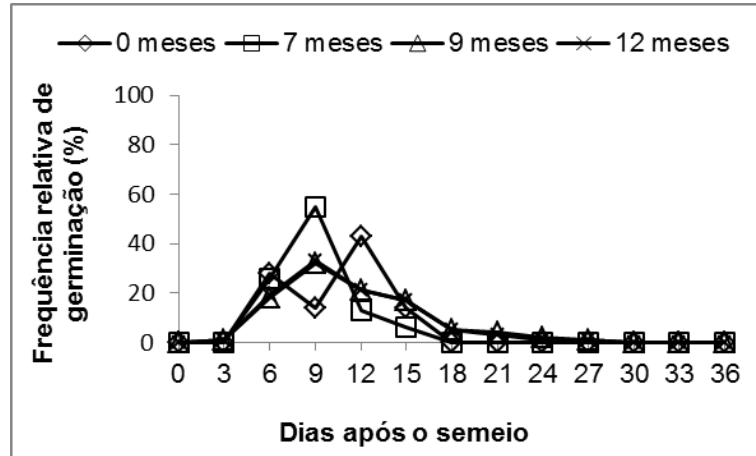
As sementes de *Cipocereus minensis* que receberam tratamentos 0, 500, 100, 2000 ppm de GA<sub>3</sub>, aos 45 dias após coletadas, apresentaram uma taxa de germinação de 26, 23, 19 e 29% respectivamente (Figura 7).



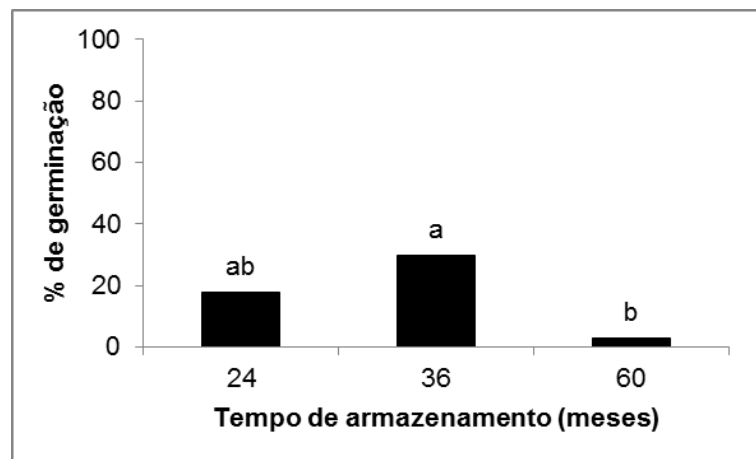
**Figura 2:** Taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* armazenadas por 0 (controle), 7, 9 e 12 meses. Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5%.



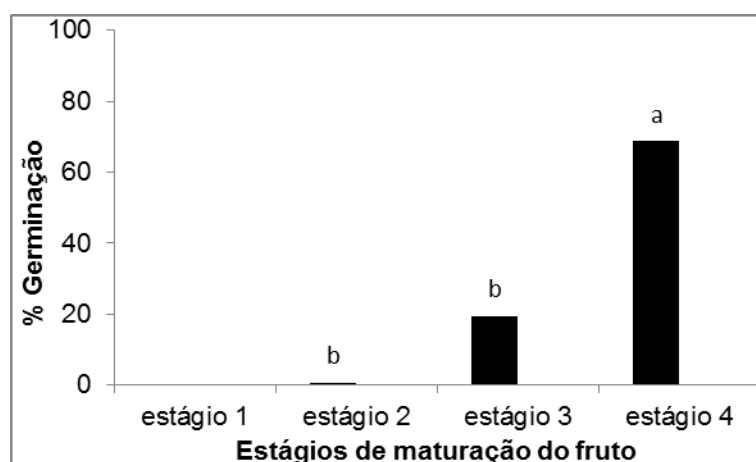
**Figura 3:** Taxa de germinação acumulada de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* armazenadas por 0, 7, 9 e 12 meses.



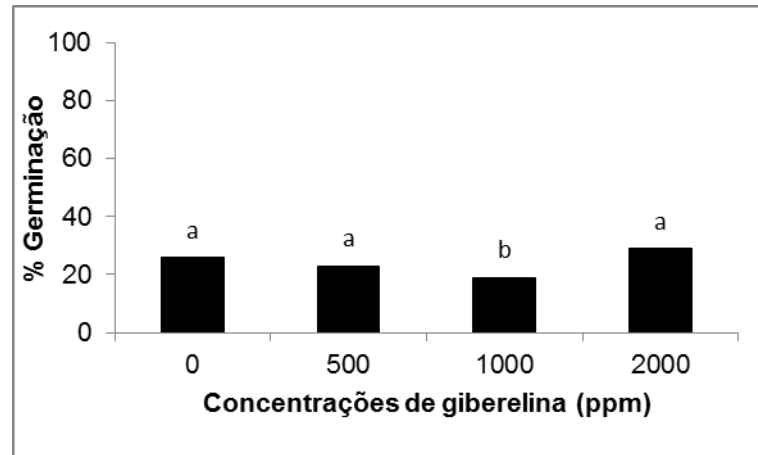
**Figura 4:** Frequência relativa da germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* armazenadas por 0, 7, 9 e 12 meses.



**Figura 5:** Taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* armazenadas por 24, 36 e 60 meses. Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.



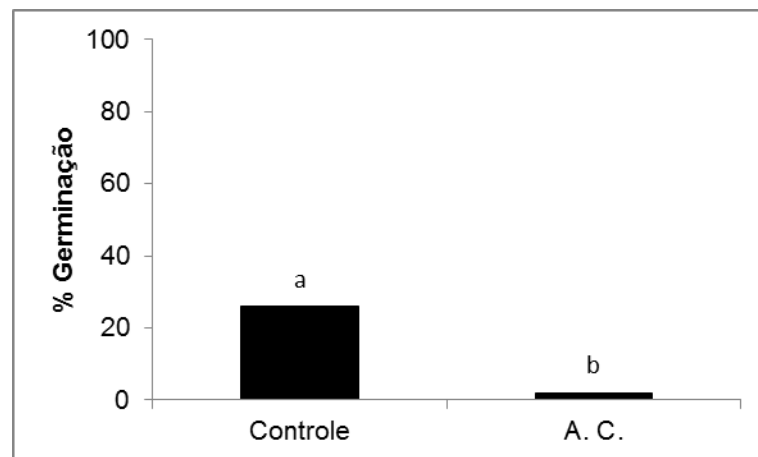
**Figura 6:** Taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* obtidas de frutos coletados na planta em quatro estágios de maturação. Estágio 1 (epicarpo predominantemente azulado e costelas no sentido longitudinal); estágio 2 (epicarpo predominantemente esverdeado e costelas apenas no ápice); estágio 3 (epicarpo esverdeado e parcialmente predado); e estágio 4 (fruto visualmente murcho). Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.



**Figura 7:** Taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* submetidas a 0 (controle), 500, 1000 e 2000 ppm de GA<sub>3</sub>. Sementes armazenadas por 45 dias. Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.

### Efeito de água corrente na germinação

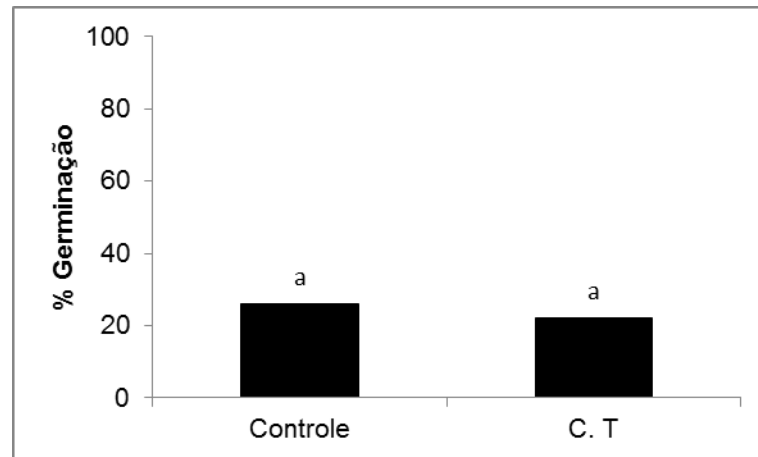
As sementes de *Cipocereus minensis* que receberam tratamentos água corrente aos 45 dias após coletadas, tiveram taxa de germinação 26 e 2%, respectivamente para o controle e tratamento (Figura 8).



**Figura 8:** Taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* submetidas ao tratamentos de água corrente (A. C.). Sementes armazenadas por 45 dias. Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.

### Efeito do choque térmico na germinação

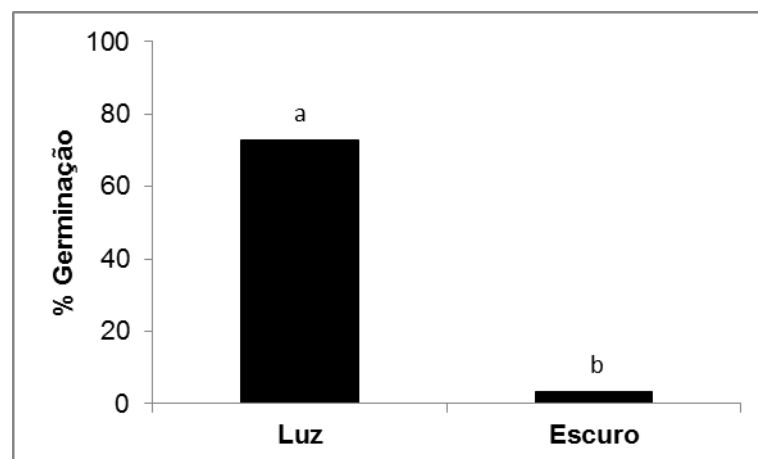
As sementes de *Cipocereus minensis* que receberam tratamentos choque térmico (5°C) aos 45 dias após coletadas, tiveram taxa de germinação 26 e 22%, respectivamente para o controle e tratamento (Figura 9).



**Figura 9:** Taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* submetidas ao tratamento choque térmico (C. T.). Sementes armazenadas por 45 dias. Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.

### Efeito da luz na germinação

As sementes de *Cipocereus minensis* que receberam tratamento de presença (fotoperíodo de 12 h) e ausência da luz tiveram taxas de germinação de 72 e 3,3%, respectivamente (Figura 10).



**Figura 10:** Efeito da presença/ausência de luz na taxa de germinação de sementes de *C. minensis* subsp. *leiocarpus*. Sementes armazenadas por 12 meses. Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.

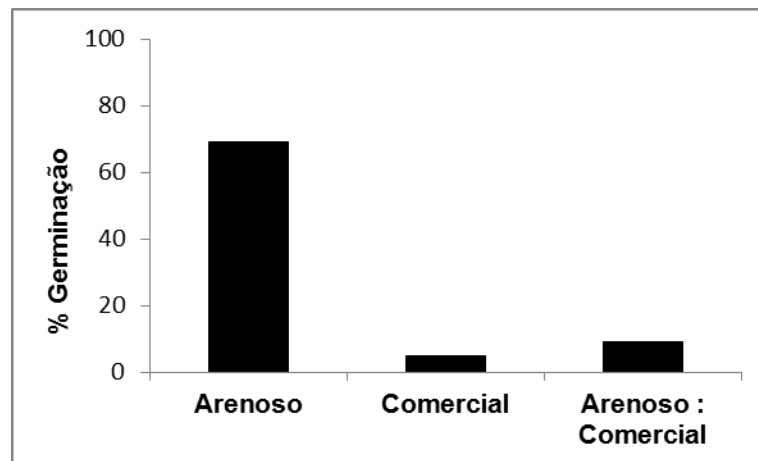
### Efeito da passagem das sementes pelo aparelho digestivo do roedor *Trichomys apereoides* na germinação

A taxa de germinação das sementes de *Cipocereus minensis* coletadas das fezes de cinco indivíduos de *Trichomys apereoides* entre agosto e setembro de 2011 variou entre 0 e 6,2%, enquanto que a das sementes coletadas das fezes de dois

indivíduos da mesma espécie entre janeiro e fevereiro de 2012 foi de 4%. As sementes que foram coletadas nas fezes dos cinco indivíduos que não germinaram e foram recolocadas para germinar aos 20 dias após o primeiro semeio não germinaram.

### **Efeito de substratos na emergência das plântulas**

As sementes colocadas em solo arenoso obtido em ambiente de ocorrência natural de *Comanthera elegans* (uma sempre viva da família Eriocaulaceae, que ocorre na mesma área de *C. minensis*), em substrato comercial e em substrato contendo solo arenoso e substrato comercial (1:1) apresentaram taxa de germinação de 69, 5 e 9%, respectivamente (Figura 8).



**Figura 11:** Taxa de emergência de plântulas de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* em solo arenoso obtido em ambiente de ocorrência natural de *Comanthera elegans* (uma sempre viva da família Eriocaulaceae), em substrato comercial e em substrato contendo solo arenoso e substrato comercial (1:1). Foram utilizadas sementes armazenadas por um ano.

### **Efeito de substrato no desenvolvimento inicial das plantas de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus***

A análise de variância mostra efeito significativo do substrato e do tamanho inicial das plantas no incremento do comprimento e diâmetro dos segmentos do caule no período avaliado (Tabela 2). Independente do tamanho inicial das plantas (entre 3,0 – 4,3 cm e entre 0,7 – 2,6 cm), o substrato constituído da mistura de areia, solo vermelho e esterco de boi (1:1:1) foi o que promoveu o maior comprimento (Figura 12A e 12B) e diâmetro das plantas (Figura 13A e 13B), com maior incremento relativo no comprimento em relação ao incremento no diâmetro. Nas plantas de tamanho inicial maior (entre 3,0 – 4,3 cm), o substrato comercial

favoreceu o comprimento em relação ao solo de cupinzeiro (Figura 12A). Nas de tamanho inicial menor (entre 0,7 – 2,6 cm), não houve diferença no comprimento quando crescida em substrato comercial ou solo de cupim (Figura 12B). Não houve diferença significativa do efeito dos substratos cupim e comercial no diâmetro do segmento do caule (Figura 13A e 13B).

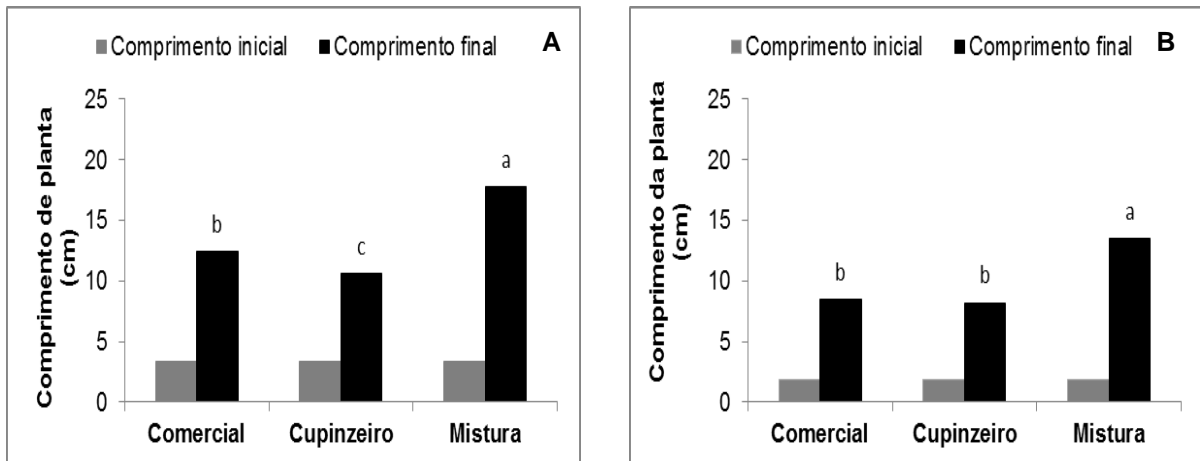
Foi observada uma correlação positiva significativa entre a produção de flores e ao tamanho da planta (comprimento linear,  $r_s = 0,67$ ,  $p < 0,01$ ; diâmetro de  $r_s = 0,53$ ,  $p < 0,05$ ). No entanto, não foi observada correlação significativa entre a produção de flores e número de segmentos do caule ( $r_s = 0,36$ ).

Tabela 3: Análise de variância do comprimento e diâmetro de segmentos do caule de plantas jovens de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* de duas categorias de tamanho inicial e crescidas em diferentes substratos.

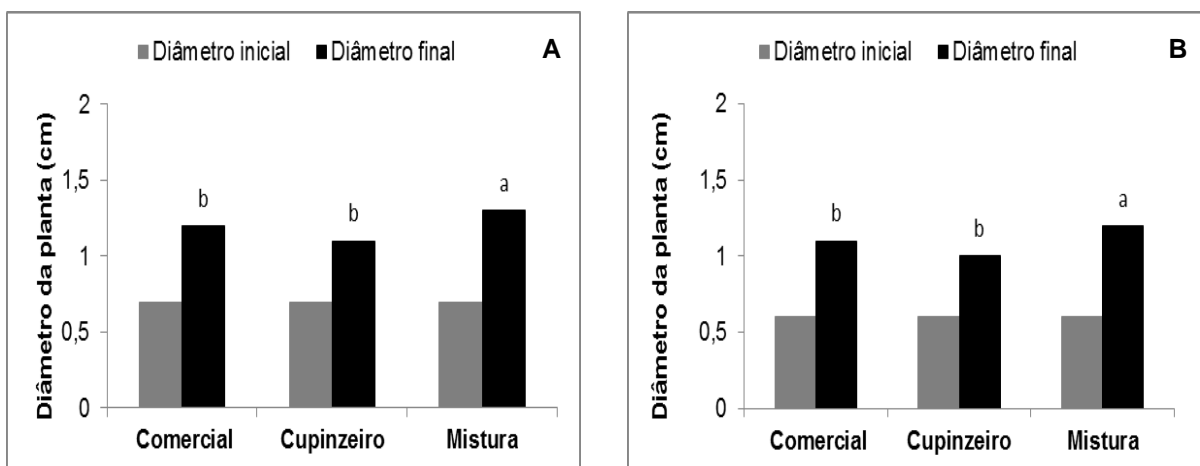
FV	GL	Quadrados Médios	
		Comprimento	Diâmetro
Substrato	2	170.085553**	0.396894**
Tamanho inicial da planta	1	279.601921**	0.500682**
Substrato*Tamanho inicial da planta	2	3.628641	0.001838
Erro 1	84	2.811516	0.017987
Época	1	3897.56313**	38.69381**
Substrato*Época	2	164.184745**	0.312225**
Tamanho da planta*Época	1	51.044172**	0.059017*
Substrato*Tamanho inicial da planta*Época	2	4.124632	0.000205
Erro 2	84	2.750452	0.011593
Total corrigido	179		
CV 1 (%)		23.27	11.84
CV 2 (%)		23.01	9.50

Significativo ao nível de 5% de probabilidade \* Significativo ao nível de 1% de probabilidade\*\*





**Figura 12:** Comprimento de plantas jovens de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* um ano após o desenvolvimento das plantas em três substratos: comercial, solo de cupinzeiro e substrato preparado na proporção 1:1:1 de areia, solo vermelho e esterco bovino. Plantas entre 3,0 – 4,3 cm de comprimento no início do experimento (A), plantas entre 0,7 – 2,6 cm de comprimento no início do experimento (B). Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.



**Figura 13:** Diâmetro de plantas jovens de *C. minensis* subsp. *leiocarpus* um ano após o crescimento das plantas em três substratos: comercial, solo de cupinzeiro e substrato preparado na proporção 1:1:1, de areia, solo vermelho e esterco bovino. Plantas entre 3,0 – 4,3 cm de comprimento no início do experimento (A), plantas entre 0,7 – 2,6 cm de comprimento no início do experimento (B). Letras iguais indicam que as médias não diferiram entre si pelo teste de Tuckey a 5%.

## DISCUSSÃO

A produção de frutos maiores (comprimento, diâmetro e peso) (Fig. 1), além de uma maior conversão de botões florais em frutos imaturos e maduros (Cap. I) na estação úmida, sugerem a influência da sazonalidade climática no desenvolvimento dos frutos de *Cipocereus minensis*. Esses resultados corroboram os encontrados por De La Barrera e Nobel (2004), que estudaram a influência da disponibilidade de água no desenvolvimento (amadurecimento e peso) dos frutos de *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae); em menor disponibilidade hídrica, os frutos apresentaram peso até 50% menor que os frutos do tratamento controle (sem limitação hídrica) e retardaram o amadurecimento.

As sementes dessa espécie são fotoblástica positivas, corroborando os resultados de Rojas-Aréchiga e Vázquez-Yanes (2000), que demonstraram que a maioria das cactáceas apresentam sementes fotoblástica positivas. No Brasil estudos demonstraram que as espécies *Cereus jamacaru* subsp. *Jamacaru* (Meiado *et al.*, 2010), *C. pernambucensis* (Socolowski *et al.*, 2010), *Pilosocereus pachycladus* (Abud *et al.*, 2010), *P. arrabidae* (Martins *et al.*, 2012) e *P. gounellei* (Abud *et al.*, 2012) são fotoblástica positivas. A não germinação em condições de ausência de luz pode ser explicada, segundo Abud *et al.* (2012), pela presença de concentração mínima e insuficiente de citocromo na forma ativa, para iniciar a síntese hormonal e transcrição gênica.

As sementes pesam em média 0,00053 g e cada grama contém aproximadamente 1886 sementes. Reis (2008) obteve resultado semelhante estudando essa mesma espécie. No entanto, o peso da semente varia com o conteúdo de água, que por sua vez varia com as condições do local da colheita, idade e grau de maturidade (Abud *et al.*, 2010).

A variação do número de sementes nos frutos de *Cipocereus minensis* foi alta ( $958,63 \pm 369,35$ ), semelhante ao encontrado por Cheib e Garcia (2011) nas espécies *Arthrocerus glaziovii* ( $469,7 \pm 182,1$ ), *A. melanurus* subsp. *magnus* ( $934,2 \pm 566,7$ ), *A. melanurus* subsp. *odorus* ( $224,4 \pm 222,2$ ) e *A. melanurus* subsp. *melanurus* ( $937,8 \pm 345,2$ ), espécies ocorrentes em áreas de campos rupestres em Minas Gerais. Nas espécies *Pilosocereus pachycladus* e *P. gounellei*, ocorrentes na Caatinga, foi encontrado, respectivamente,  $3786 \pm 489$  e  $3713 \pm 689$  sementes (Abud *et al.*, 2010 e Abud *et al.*, 2012). Fatores como idade e tamanho da planta

podem levar a diferença no número de sementes por fruto mesmo dentro da própria espécie (Rojas-Aréchiga e Vázquez-Yanes, 2000). O tamanho das plantas de *C. minensis* (avaliado no presente experimento pelo somatório do comprimento linear de todos os segmentos do caule) variou entre 1,2 e 30 m e o número de segmentos, entre 2 e 59 (Tabela 2). Embora os frutos utilizados para a contagem de sementes foram coletados em outras plantas (mas que pertenciam à mesma população), a variação no número de sementes por fruto nessa espécie pode estar associado ao tamanho da planta. Plantas com maior comprimento linear e diâmetro dos segmentos produziram uma maior quantidade de flores (correlação de Spearman significativa). No entanto, um maior número de segmentos na planta não implicou em maior produção de flores. A presença de flores foi observada em plantas contendo a partir de dois segmentos com 1 e 0,90 m de comprimento. Rego *et al.*, (2012) observaram uma variação entre 1-13 segmentos, com até 2,4 m de comprimento, em indivíduos adultos de *Cipocereus laniflorus*. Nessa espécie, as estruturas reprodutivas estavam presentes em ramos a partir de 0,20 m de comprimento, com as maiores produções de botões florais e flores em ramos entre 0,61 e 0,80 m.

A germinação de *C. minensis*, observada em sementes armazenadas por sete, nove e doze meses, iniciou entre o terceiro e o sexto dia após o semeio (Figura 3) e estabilizou entre o 18 e 27 dias, fato semelhante ao encontrado por Reis (2008) em sementes da mesma espécie armazenadas por seis meses, e as sementes concentraram sua germinação no início da segunda semana após o semeio (Figura 4).

As mais baixas taxas de germinação em sementes recém-coletadas de *Cipocereus minensis* e um aumento crescente após períodos de armazenamento (Figura 2), fato esse observado também por Reis (2008) para a mesma espécie, pode indicar a presença de dormência nas sementes. No entanto, a taxa de germinação reduziu após longos períodos de armazenamento, indicando provavelmente uma perda de viabilidade das sementes (Figura 5). Aumento nas taxas de germinação após períodos de armazenamento tem sido relatado para diversas espécies pertencentes à família Cactaceae, tais como *Echinocactus platyacanthus* *fa. grandis* (Rojas-Aréchiga e Vázquez-Yanes, 2000), *Stenocereus queretaroensis* (De La Barrera e Nobel, 2003), *Opuntia rastrera* (Mandujano *et al.*, 2005) e *Turbincarpus lophophoroides* (Flores *et al.*, 2008). As baixas taxas de

germinação de sementes extraídas de frutos recém-coletados observadas no presente trabalho e por Reis (2008) podem estar relacionadas ao estágio de maturação dos frutos usados. Reis (2008) obteve taxas de germinação maiores em sementes extraídas de frutos coletados no chão, quando comparadas com as de sementes extraídas de frutos coletados na planta; nas sementes de frutos coletados na planta a taxa de germinação superou a de sementes extraídas de frutos coletados no chão após o armazenamento das sementes por 12 meses. No presente trabalho a taxa de germinação foi crescente com os estágios de maturação dos frutos; maior nas sementes extraídas dos frutos em estágio mais avançado de maturação (estágio 4, representado pelos frutos, ainda aderidos à planta, mas visualmente murchos) (Figura 6). As menores taxas de germinação encontradas no presente estudo nos frutos em estágios mais imaturos podem estar associadas à dormência morfológica. Segundo Rojas-Aréchiga e Vázquez-Yanes (2000) a imaturidade do embrião pode ser considerada um fator de causa de dormência inata, necessitando de período de pós-maturação para que a germinação ocorra, sendo que esse tempo varia de espécie para espécie entre as cactáceas.

O efeito do uso de GA<sub>3</sub> (Figura 7), que poderia eliminar uma possível dormência fisiológica, não promoveu aumento na taxa de germinação de *Cipocereus minensis*. Flores *et al.* (2008), utilizando putrescina, que, segundo os autores, promove a maturação de sementes e que apresenta efeitos similares ao do GA<sub>3</sub> sobre a germinação, não promoveu a germinação da Cactaceae *Turbinicarpus lophophoroides*. Na espécie *Harrisia fragrans* (Cactaceae) o uso de 1000 ppm de GA<sub>3</sub> promoveu aumento na taxa de germinação (Dehgan e Pérez, 2005). Segundo Peixoto *et al.* (2011) a utilização de reguladores vegetais tem sido reportada por diversos pesquisadores para acelerar e melhorar a germinação de sementes e promover o crescimento das plântulas.

O tratamento com água corrente (Figura 8) e baixas temperaturas (Figura 9), normalmente utilizado com a finalidade de promover quebra de dormência química e morfo-fisiológica (Rojas-Aréchiga e Vázquez-Yanes, 2000; Kerbauy, 2009), respectivamente, não promoveu aumento na taxa de germinação de *C. minensis*. A menor taxa de germinação nas sementes tratadas com água corrente, em relação às sementes do tratamento controle (não imersas em água) pode indicar um efeito negativo da anoxia sobre o processo germinativo. Em *Opuntia tomentosa*, uma cactácea, a estratificação não influenciou a germinação (Mandujano *et al.*, 2005). No

entanto, em outras espécies do mesmo gênero (*O. compressa*, *O. macrorrhiza*, *O. engelmannii*), trabalhadas pelos mesmos autores, a estratificação promoveu aumento na germinação. Em estudo realizado por Mandajuno *et al.* (2005) com a espécie *Opuntia rastrera* não ocorreu aumento de germinação após períodos de lavagem e embebição das sementes. Na espécie *Corryocactus melanotrichus* houve um aumento na germinação após embebição por 12 e 24 horas, mas um decréscimo após embebição por 48 horas (Larrea–Alcázar e Lopez, 2008). Reis (2008) observou taxas menores de germinação em sementes imersas em água por 24 e 48 horas, em relação à taxa de sementes não embebidas.

A passagem das sementes de *C. minensis* pelo aparelho digestivo do roedor *Trichomys apereoides* não promoveu a germinação, o que pode indicar que a espécie não apresenta dormência de tegumento. No estudo com sementes da Cactaceae *Corryocactus melanotrichus* utilizando escarificação química, para quebra de dormência de tegumento, obteve-se aumento na germinação (Larrea–Alcázar e Lopez, 2008). Mandujano *et al.*, (1997) não obteve aumento na taxa de germinação sementes de *Opuntia rastrera* quando associada à passagem pelo aparelho digestivo de animais, no entanto enfatiza a importância da dispersão zocórica na colonização dos habitats. Em nosso estudo o *Trichomys apereoides* vem ser um importante dispersor de sementes dessa espécie.

As maiores taxas de germinação de sementes no substrato arenoso podem estar relacionadas à melhor drenagem de água promovida por esse substrato, indicando que condições de menor umidade favorecem a germinação dessa espécie. Paulino *et al.* (2008), estudando a influência da germinação da Cactaceae *Mammillaria prolifera* em diferentes substratos, obteve taxas medianas de germinação com substrato arenoso, devido ao ressecamento, e maior taxa de emergência com o substrato de turfa, pois mesmo apresentando menor aeração e água disponível mantém o meio sem ressecamento devido a maior capacidade de retenção de água remanescente. No presente estudo o ressecamento do substrato foi evitado pela rega constante, no entanto sem provocar excesso de água nesse substrato.

As maiores taxas de crescimento inicial *Cipocereus minensis* (Figura 12 e 13) no substrato constituído da mistura de areia, solo e esterco de bovino (1:1:1), pode estar relacionado à menor acidez, ausência de alumínio e maior aeração conferindo uma melhor drenagem, proporcionada pela presença da areia (Tabela 1). Segundo

Paula e Ribeiro (2008) o substrato para o desenvolvimento de cactáceas não deve ser ácido, pois essas ocorrem em ambientes com pouca disponibilidade de matéria orgânica que em excesso, confere acidez ao solo. Em trabalho desenvolvido por Santos *et al.* (2010) com mudas da cactácea *Hylocereus undatus* o substrato preparado com parte de areia e parte de esterco foi o que apresentou melhores resultados para o desenvolvimento da parte aérea e raiz quando comparado com os substratos contendo apenas areia, ou apenas terra e o substrato preparado com parte terra e parte esterco, por ter proporcionado as melhores condições físicas e químicas para as plantas. Cavalcanti e Resende (2006) verificaram melhor desenvolvimento de mudas de mandacaru (*Cereus hildemannianus*) nos substratos que utilizavam esterco de gado no qual o pH era mais alcalino. Nesse trabalho os autores encontraram maior desenvolvimento do sistema radicular nos substratos que na sua composição continha areia, que favorecia a drenagem e aeração, independente da presença de solo e/ou esterco.

No presente experimento considerando que o aspecto nutricional do substrato comercial (Tabela 1) foi superior ao do substrato constituído da mistura de solo + esterco + areia, o melhor desenvolvimento de *Cipocereus minensis* no substrato solo + esterco + areia pode ser atribuído a melhor drenagem e aeração. Um dos constituintes do substrato comercial é a vermiculita, uma argila com alta capacidade de retenção de água, que pode ter contribuído para ocorrer excesso de água no substrato durante o experimento.

## CONCLUSÕES

Os Frutos de *Cipocereus minensis* coletados na estação úmida apresentaram maior comprimento, diâmetro e peso, do que os coletados na estação seca.

Os resultados também indicaram que as sementes armazenadas diferentemente das recém-coletadas ou extraídas de frutos em estágio mais avançado de maturação apresentaram maiores taxas de germinação. Além do mais, o tratamento das sementes com GA<sub>3</sub>, baixas temperaturas, água corrente e passagem pelo trato digestivo de agente dispersor não influenciou na germinação.

Já a produção de flores em *C. minensis* apresentou correlação positiva significativa com o comprimento e diâmetro dos segmentos do caule, mas não com o número de segmentos.

Por fim, foi detectado que o maior incremento no comprimento e diâmetro dos segmentos do caule de plantas em estágio inicial de desenvolvimento ocorreu em substrato contendo areia, solo e esterco.

As informações sobre a germinação e crescimento inicial de *Cipocereus minensis* serão importantes para auxiliar no seu cultivo, garantindo maior sustentabilidade na sua produção, possibilidade de reintrodução em áreas degradadas do Espinhaço e conservação da espécie.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e à Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; REIS, R. G. E; PEREIRA, D. S.; BEZERRA, A. M. E. Germinação e expressão morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pilosocereus pachycladus* Ritter. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 468-474, 2010.
- ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; REIS, R. G. E; PEREIRA, D. S.; BEZERRA, A. M. E. Germination and morphological characterization of the fruits, seeds, and seedlings of *Pilosocereus gounellei*. **Brazilian Journal of Botany** 35(1):11-16, 2012.
- BASKIN, C.C. AND BASKIN, J.M. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **American Journal of Botany** 7, 286–305. 1988.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G.M. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento do mandacaru sem espinhos (*Cereus hildemannianus* K. Schum) **Revista Caatinga**, v.19, n.3, p.255-260, 2006.
- CHEIB, A. L.; GARCIA, Q. S. Longevity and germination ecology of seeds of endemic Cactaceae species from high-altitude sites in south-eastern Brazil. **Seed Science Research**, page 1 of 9, Cambridge University Press. 2011.
- DE LA BARRERA, E.; NOBEL, P.S. Physiological ecology of seed germination for the columnar cactus *Stenocereus queretaroensis*. **Journal of Arid Environments** 53: 297–306. 2003.
- DE LA BARRERA, E.; NOBEL, P.S. Carbon and water relations for developing fruits of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, including effects of drought and gibberellic acid. **Journal of Experimental Botany**, Vol. 55, No. 397, pp. 719-729, March, 2004.
- DEHGAN B., PÉREZ H. E. Preliminary study shows germination of Caribbean applecactus (*Harrisia fragrans*) improved with acid scarification and gibberellic acid. **Native Plants** 6: 91–96, 2005.
- FLORES, J.; JURADO, E.; JIMÉNEZ-BREMONT, J. F. Breaking seed dormancy in special protected *Turbinicarpus lophophoroides* and *Turbinicarpuspseudopectinatus* (Cactaceae). **Plant Species Biology**, vol. 23, 43–46. 2008.
- KERBAUY. G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan. 431p. 2008.
- LARREA-ALCÁZAR, D. M.; LÓPEZ, R. P. Seed germination of *Corryocactus melanotrichus* (K. Schum.) Britton & Rose (Cactaceae): an endemic columnar cactus of the Bolivian Andes. **Ecología en Bolivia**, Vol. 43(2), 135-140. 2008.
- MANDUJANO, M.D.C.; GOLUBOV, J.; MONTAÑA, C. Dormancy and endozoochorous dispersal of *Opuntia rastrera* seeds in the southern Chihuahuan Desert. **Journal of Arid Environments**, vol. 36: 259–266, 1997.

MANDUJANO, M.D.C.; MONTANÃ, C.; ROJAS-ARÉCHIGA. Breaking seed dormancy in *Opuntia rastrera* from the Chihuahuan desert. **Journal of Arid Environments**, 62, 15-22, 2005.

MARTINS, L.S.T.; PEREIRA, T.S.; CARVALHO, A.S.C.; BARROS, C.F.; ANDRADE, A.C.S. Seed germination of *Pilosocereus arrabidae* (Cactaceae) from a semiarid region of south-east Brazil. **Plant Species Biology**. 2012.

MEIADO, M.V.; ALBUQUERQUE, L.S.C; ROCHA, E.A.; ROJAS-ARÉCHIGA, M.; LEAL, I.R. Seed germination responses of *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. **Plant Species Biology** 25, 120–128. 2010.

NASSAR, J.M. **PAN cactáceas no contexto mundial**. In. Plano de ação nacional para a conservação das Cactáceas.Org.: Suelma Ribeiro Silva. – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio, 112 p.(Série Espécies Ameaçadas, 24). 2011.

PAULA, C. C., RIBEIRO, O. T. C. **Cultivo prático de cactáceas**. Viçosa – MG. Editora UFV. 94 p. 2008.

PAULINO, M. A.; COPOLA T. F.; SANCHES, L.V.C.; VILLAS BÔAS, R.L. **Avaliação da emergência de plântulas da cactácea *Mammillaria prolifera* em diferentes substratos**. In. Anais do VI Encontro nacional sobre substratos para plantas materiais regionais como substrato, Fortaleza – CE. 2008. Disponível em: < <http://www.cnpat.embrapa.br>. Acesso 20/03/2012.

PEIXOTO, C. P.; SALES, F. J.; VIEIRA, E. L.; PASSOS, A. R.; SANTOS, J. M. S. Ação da giberelina em sementes pré-embebidas de mamoneira. **Comunicata Scientiae** 2(2): 70-75. 2011.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 289p. 1977.

REGO, J. O.; FRANCESCHINELLI, E. V.; ZAPPI, D. C. Reproductive biology of a highly endemic species: *Cipocereus laniflorus* (Werderm) Ritter (Cactaceae). **Acta botânica. Brasilica**. 26(1): 243-250. 2012.

REIS, M.V. **Estudos preliminares do desenvolvimento vegetativo e da germinação de sementes de *Cipocereus minensis* (Werderm) F. Ritter e *Pilosocereus aurisetus* (Werderm) Byles & Gdorowley**. Monografia. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG. 2008.

ROJAS-ARÉCHIGA, M.; VÁZQUEZ-YANES, C. Cactus seed germination: a review. **Journal of Arid Environments**. Amsterdã, v.44, p.85-104. 2000.

ROSAS-LÓPEZ, U.; COLLAZO-ORTEGA, M. Conditions for the germination and the early growth of seedlings of *Polaskia chichipe* (Goss.) Backeberg and *Echinocactus platyacanthus* Link and Otto fa. *grandis* (Rose) Bravo-Hollis(Cactaceae). **Revista Internacional de Botânica**. Edição 53º de aniversário. 2004.

SANTOS, C. M. G.; CERQUEIRA, R. C.; FERNANDES, L. M. S.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Efeito do substratos e boro no enraizamento de estacas de pitaya. **Rev. Ceres**, Viçosa, v.57, n.6, p. 795-802. 2010.

SETMG, Festival Movimenta gastronomia e turismo em Minas Gerais,2008. Disponível em: <http://www.turismo.mg.gov.br> > Acesso em 20/02/2012.

SOCOLOWSKI, F., VIEIRA D. C. M., SIMÃO, E., TAKAKI, M. Influence of light and temperature on seed germination of *Cereus perambucensis* Lemaire (Cactaceae) **Biota Neotrop.**, vol. 10, no. 2. 2010.

TAYLOR, N., ZAPPI, D.C. **Cacti of Eastern Brazil**. *Royal Botanic Gardens, Kew*, 499 p. 2004.

ZAPPI, D. C., TAYLOR, N. Diversidade e endemismo das Cactaceae na Cadeia do Espinhaço: **Megadiversidade**, Minas Gerais, v 4, nº 12. 2008.

ZAPPI, D. C.,TAYLOR,N., LAROCCA, J. **Riqueza das Cactaceae no Brasil** In. Plano de ação nacional para a conservação das Cactáceas.Org.: Suelma Ribeiro Silva. – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Icmbio, 112 p.(Série Espécies Ameaçadas, 24). 2011.