



Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação

Instituto de Biociências

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

**Fenologia e sazonalidade da condição corpórea de morcegos fitófagos
no Pantanal**

Vinicius Santos Pereira



Campo Grande

Janeiro 2025

Fenologia e sazonalidade da condição corpórea de morcegos fitófagos no Pantanal

Vinicius Santos Pereira

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia, pelo Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Erich Fischer

Banca avaliadora

Dr. Alan Fredy Eriksson

Universidade Federal de Mato Grosso

Dr. Marlon Zortéa

Instituto de Biociências – Universidade Federal de Jataí

Dr. Bruno Henrique Dos Santos Ferreira

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Dr. Carolina Ferreira Santos

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

*Aos meus pais, Ozaini Pereira e
Edna de Almeida Santos*

Agradecimentos

Agradeço imensamente ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio fundamental ao longo da realização deste trabalho. Também sou muito grato ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC-UFMS) pela oportunidade de integrar um ambiente acadêmico tão enriquecedor e por todo o suporte oferecido.

Minha profunda gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Erich Arnold Fischer, cuja orientação precisa, paciência e dedicação foram indispensáveis para o desenvolvimento desta dissertação. Suas orientações não apenas ampliaram meus horizontes acadêmicos, mas também me proporcionaram um crescimento pessoal imensurável.

Agradeço também ao Dr. Bruno Henrique dos Santos Ferreira, cuja colaboração foi crucial, oferecendo orientações e valiosas correções que contribuíram significativamente para a qualidade deste trabalho. Sua ajuda foi de grande importância para o aprimoramento do conteúdo e da estrutura da dissertação.

Gostaria de estender minha gratidão ao Laboratório de Ecologia, que disponibilizou os dados essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa, e a todos que contribuíram para a criação do banco de dados utilizado. Em especial, agradeço à Dra. Carolina Ferreira Santos, pela sua contribuição não só na criação e organização do banco de dados, mas também nas coletas em campo, além de sua participação como membro da minha banca, agregando um olhar atento e construtivo.

A todos, meu sincero obrigado!

Sumário

Resumo.....	7
Introdução.....	10
Métodos	13
<i>Região de estudo</i>	13
<i>Coleta de dados</i>	14
<i>Análise de dados</i>	15
Resultados	15
<i>Registros extraídos do banco de dados</i>	15
<i>Temperatura e pluviosidade mensais</i>	18
<i>Riqueza de frutos e flores por mês</i>	19
<i>Fenologia reprodutiva e condição corpórea ao longo do ano</i>	21
Discussão.....	28
<i>Frugívoros</i>	28
<i>Nectarívoros</i>	29
<i>Onívoros</i>	30
Referências.....	30
Apêndice 1.....	47

Resumo

O Pantanal, uma vasta planície de sedimentação da América do Sul, abriga 66 espécies de morcegos, importantes na polinização e dispersão de sementes. O comportamento e a reprodução desses mamíferos são influenciados pela sazonalidade climática, o que reflete variações na disponibilidade de recursos. Este estudo tem como objetivo descrever a fenologia reprodutiva e a variação mensal da condição corpórea de morcegos frugívoros e nectarívoros, e avaliar a relação dessas variáveis com temperatura, pluviosidade e riqueza de frutos e flores. Utilizou-se um banco de dados com 4.867 capturas nas sub-regiões de Nhecolândia, Miranda e Aquidauana, ao longo de 10 anos, com registros de fenofases e medições da condição corpórea. Os resultados indicaram variações significativas no índice de condição corpórea (ICC) de acordo com as estações climáticas e a disponibilidade de recursos. Fêmeas grávidas e adultas apresentaram maior ICC na estação úmida, com maior disponibilidade de frutos e flores, enquanto os menores valores ocorreram na estação seca. Entre as espécies, *Artibeus lituratus* e *Carollia perspicillata* mostraram picos de ICC na estação úmida, enquanto *Sturnira lilium* apresentou correlação negativa entre a riqueza de frutos e o ICC. Entre os nectarívoros, *Anoura caudifer* teve uma relação positiva entre a riqueza de flores e ICC, e *Glossophaga soricina* com a pluviosidade. Espécies onívoras como *Phyllostomus discolor* e *Phyllostomus hastatus* não apresentaram efeitos significativos das variáveis ambientais. Esses resultados demonstram que a variação no ICC está fortemente associada à sazonalidade e à disponibilidade de recursos alimentares.

Palavras-chave: Chiroptera, fenofases, planície inundável, Phyllostomidae, reprodução, sazonalidade.

Abstract

The Pantanal, a vast sedimentary plain in South America, is home to 66 species of bats, which are important for pollination and seed dispersal. The behavior and reproduction of these mammals are influenced by climatic seasonality, which reflects variations in resource availability. This study aims to describe the reproductive phenology and monthly variation in body condition of frugivorous and nectarivorous bats, and to evaluate the relationship of these variables with temperature, rainfall, and fruit and flower richness. A database with 4,867 captures in the subregions of Nhecolândia, Miranda, and Aquidauana over 10 years was used, with records of phenophases and measurements of body condition. The results indicated significant variations in the body condition index (BCI) according to the climatic seasons and resource availability. Pregnant and adult females presented higher BCI in the wet season, with greater availability of fruits and flowers, while the lowest values occurred in the dry season. Among the species, *Artibeus lituratus* and *Carollia perspicillata* showed peaks of ICC in the wet season, while *Sturnira lilium* showed a negative correlation between fruit richness and ICC. Among the nectarivores, *Anoura caudifer* had a positive relationship between flower richness and ICC, and *Glossophaga soricina* with rainfall. Omnivorous species such as *Phyllostomus discolor* and *Phyllostomus hastatus* did not show significant effects of environmental variables. These results demonstrate that the variation in ICC is strongly associated with seasonality and availability of food resources.

Keywords: Chiroptera, phenophases, floodplain, Phyllostomidae, reproduction, seasonality.

Introdução

Condições físico-climáticas e interações ecológicas, tais como mutualismo, competição e predação, têm sido apontadas como fatores determinantes da composição de espécies de comunidades naturais (Simberloff 1983, Schoener 1986, Diamond & Case 1986). Vertebrados nectarívoros e frugívoros representam grande parte da biomassa animal em diferentes tipos de comunidades (Eisenbergh 1980, Terborgh et al. 1990), onde desempenham importante papel para a reprodução de espécies de plantas, muitas vezes apresentando associações com elevado nível de especialização (Stiles 1981, Bawa 1990, Vicentini & Fischer 1999, Fischer et al. 2014). Em diversas comunidades tropicais e subtropicais, os morcegos constituem o grupo de mamíferos mais numeroso, tanto em espécies como em indivíduos. Além de abundantes, os quirópteros desempenham importante papel nestas comunidades, sendo dispersores de sementes, polinizadores e predadores (Fischer 1992, Fleming & Sosa 1994, Fischer et al. 2018). A composição das comunidades de morcegos em florestas neotropicais, bem como os fatores que afetam a distribuição e a abundância destes animais, têm sido aspectos abordados em vários trabalhos (*e.g.* Willig & Moulton 1989, Handley et al. 1991). Entretanto, a fenologia das espécies de morcegos e a relação das fenofases com diferentes fatores ambientais são aspectos ainda pouco estudados.

Em áreas tropicais, é esperada maior estabilidade e regularidade anual da oferta de recursos alimentares para animais frugívoros e nectarívoros, que em áreas subtropicais e temperadas. Entretanto, mesmo em florestas tropicais úmidas, observa-se a variação sazonal da oferta de flores e frutos (Leighton & Leighton 1983, Fischer & Araujo 1995). Assim, animais vertebrados que dependem de flores e frutos para alimentação geralmente estão sujeitos a períodos de fartura e de escassez de recursos (Foster 1982, Leighton & Leighton 1983). O período de floração de plantas tropicais é

influenciado pela competição por polinizadores, pela seleção contra o fluxo gênico interespecífico, pela natureza da recompensa oferecida pelas flores e pela história de vida das plantas (Bawa 1983, Araujo et al. 1994, Fischer et al. 2014). Além disso, a fenologia de floração da maioria das angiospermas parece ser influenciada principalmente pela distribuição sazonal das chuvas (Koptur et al. 1988). Os padrões sazonais de frutificação das plantas podem ser influenciados por fatores fisiológicos, climáticos e ecológicos (Primack 1985, Fischer & Araujo 1995, Fischer et al. 2018). Do ponto de vista evolutivo, a estação de frutificação pode decorrer de fatores como abundância e fidelidade de dispersores, taxa de mortalidade das sementes, previsibilidade de habitats a serem colonizados, necessidades específicas para germinação e fenologia de outras espécies que competem pelos mesmos dispersores (Howe & Smallwood 1982, Fischer & Santos 2001, Carvalho et al. 2017). Estudos sobre as espécies de plantas utilizadas como recursos alimentares por morcegos frugívoros e nectarívoros na região do Pantanal, indicam maior riqueza de espécies de frutos na estação úmida e de espécies de flores na estação seca (Araujo & Sazima 2003, Munin et al. 2012, Fadini et al. 2018, Fischer et al. 2018), gerando expectativa de diferentes padrões fenológicos entre morcegos frugívoros e nectarívoros.

Os morcegos apresentam considerável complexidade e variabilidade de estratégias reprodutivas (Wilson, 1979; Racey & Entwistle, 2000). Dado que a reprodução, principalmente a lactação, é energeticamente cara, a maior disponibilidade de alimentos pode ser um fator determinante para o início desta fase (Thompson, 1992). Por um lado, em locais onde a disponibilidade de alimentos é pouco variável ao longo do ano, os animais podem iniciar a reprodução a qualquer tempo. Por outro lado, a disponibilidade de alimentos deve variar significativamente ao longo do ano em ambientes marcadamente sazonais, determinando períodos favoráveis e desfavoráveis

para a reprodução. O objetivo desse trabalho foi entender como as fases reprodutivas e a condição corpórea de morcegos frugívoros e nectarívoros estavam relacionadas à sazonalidade climática e à sazonalidade da presença de flores e frutos utilizados como recursos pelos morcegos na planície do Pantanal. Como hipóteses, foi esperado que as espécies frugívoras e nectarívoras apresentassem picos reprodutivos e mudanças de condição corpórea conforme a variação sazonal de seus recursos centrais, frutos e néctar/pólen, respectivamente. Adicionalmente, foi esperado encontrar diferenças de padrão fenológico e condição corpórea entre frugívoros e nectarívoros, uma vez que a disponibilidade de frutos foi marcadamente maior na estação úmida, ao passo que a oferta de flores quiropterófilas foi mais bem distribuída ao longo do ano.

Com base em conhecimento prévio da quiropteroфаuna do Pantanal (Fischer et al. 2018), foram estudadas treze espécies de morcegos, sendo oito principalmente frugívoras, duas onívoras e três dependentes de néctar e/ou pólen. Individualmente para cada espécie de morcego, foram avaliadas as mudanças mensais quanto à condição corpórea (relação entre a massa e o comprimento do antebraço) e quanto à abundância e à proporção (1) de fêmeas grávidas, lactantes e pós-lactantes; (2) de indivíduos jovens e adultos; e (3) quanto à razão sexual de indivíduos adultos. Para essas classes de indivíduos, também foi avaliada a variação sazonal das espécies de frutos e flores consumidas. Finalmente, foram avaliadas relações entre os picos reprodutivos, picos de recrutamento de jovens, e flutuações da condição corpórea com a variação sazonal dos recursos consumidos e das condições climáticas (temperatura e pluviosidade).

Métodos

Região de estudo

O Pantanal é uma das maiores planícies de sedimentação no mundo. Fica localizada no centro do continente sul-americano, estendendo-se pelo Brasil, Bolívia e Paraguai. A área tem aproximadamente 770 km de extensão norte-sul, sendo 83% pertencente ao Brasil, na região Centro Oeste (estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul); 15% a Bolívia e uma pequena parte ao Paraguai. A área estimada da região é de 138.183 km² (Vila da Silva e Abdon 1998). A região compreende uma área de transição entre a Amazônia, o Cerrado, o Chaco e os Pampas. Sua rede hidrográfica é formada por 175 rios (o rio Paraguai é o principal) e numerosas lagoas que juntos, proporcionam um rico habitat para uma grande variedade de animais e vegetais. Pela grande variedade de sua fauna e flora foi declarado pela UNESCO como reserva da biosfera, passando a integrar o acervo dos patrimônios da humanidade. Além da rica biodiversidade, a região é singularmente caracterizada pela topografia, clima e vegetação.

O Pantanal pode ser dividido em várias sub-regiões, incluindo Nhecolândia, Miranda e Aquidauana, que possuem características ecológicas e climáticas distintas e influenciam a distribuição da fauna e da flora ao longo da região. Para o presente estudo, foram consideradas essas três sub-regiões, embora outras também desempenhem um papel importante na dinâmica ecológica do Pantanal (Silva & Abdon, 1998).

O clima na região sofre as influências dos sistemas de grande escala como a Alta da Bolívia, e do escoamento em baixos níveis como os jatos. Devido à localização no continente, a região é atingida pelas massas de ar frio provenientes das porções mais meridionais, que penetram pelas planícies dos Pampas e do Chaco. A temperatura média anual do Pantanal flutua em torno de 25° C, chegando a alcançar 40° C durante o verão.

Durante o inverno a temperatura pode chegar a 0° C, devido à ocorrência de frentes frias. Por sua vez influenciam a circulação atmosférica fazendo com que haja reorganização do escoamento durante sua passagem. A origem da água que precipita sobre a região e que posteriormente será evaporada pode estar associada à ocorrência de jatos de vento com baixos níveis na região (Nogués-Peagle e Mo 1997) e a existência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), a qual atua fortemente no período de verão austral (Figuerola et al. 1995).

Coleta de dados

Foi utilizado o banco de dados do Laboratório de Ecologia da UFMS, coletado ao longo de 10 anos, com aproximadamente 10.000 capturas de morcegos distribuídas por todos os meses do ano e em diferentes sítios de três sub-regiões do Pantanal (Nhicolândia, Miranda e Aquidauana). O banco de dados contém as seguintes informações de cada morcego: identificação da espécie, data da captura, sexo, idade (jovem ou adulto), estado reprodutivo das fêmeas (grávidas, lactantes e pós-lactantes) Zortéa (2003), massa, comprimento do antebraço e espécies de frutos e grãos de pólen presentes nas fezes, consumidos pelos morcegos, conforme descrito por Fischer et al. (2018), que investigaram as espécies de frutos e grãos de pólen consumidos no Pantanal. A condição corpórea foi calculada pela divisão do valor da massa pelo valor do comprimento do antebraço (Fournier & White, 2007).

Os períodos de floração e frutificação de espécies utilizadas como recursos pelos morcegos da região foram acessados a partir de consultas a material de herbários (material fértil com datas de coleta) e da literatura, além de registros inéditos tomados nos locais de amostragem. Dados climáticos (temperatura e pluviosidade) foram extraídos de bases disponíveis gratuitamente via internet, como o site WorldClim.

Análise de dados

A condição corpórea dos indivíduos foi calculada a partir da razão entre a massa corporal (g) e o comprimento do antebraço (mm), resultando no Índice de Condição Corpórea (ICC), expresso em unidades de g/mm. As variáveis climáticas, incluindo a pluviosidade mensal e as médias mensais das temperaturas máxima e mínima, foram obtidas para o período de janeiro de 1998 a dezembro de 2009 nas sub-regiões de Aquidauana, Miranda e Nhecolândia. Os dados climáticos foram extraídos da base CRU-TS 4.06, disponível no WorldClim 2.1 (Fick & Hijmans, 2017; Harris et al., 2020). Para investigar a relação entre as fenofases dos morcegos, sua condição corpórea e as variáveis climáticas, foi aplicada uma análise de modelos lineares generalizados (GLM) com seleção stepwise, utilizando o software Systat. Os modelos consideraram as proporções mensais de indivíduos em cada fenofase, as médias mensais de ICC, a riqueza de flores e frutos consumidos, bem como os dados climáticos (pluviosidade e temperaturas máxima e mínima) para cada mês durante o período de amostragem. Esse procedimento foi realizado de forma consistente com o agrupamento dos dados de capturas mensais.

Resultados

Registros extraídos do banco de dados

Entre 1998 e 2009, durante as amostragens realizadas nas três sub-regiões do Pantanal – Aquidauana, Miranda e Nhecolândia – foram registrados 4867 indivíduos pertencentes a 10 espécies que consomem itens vegetais regularmente (Tabela 1), sendo seis espécies predominantemente frugívoras (*Artibeus lituratus*, *Artibeus planirostris*, *Platyrrhinus lineatus*, *P. incarum*, *Sturnira lilium*, e *Carollia perspicillata*), duas nectarívoras

(*Anoura caudifer* e *Glossophaga soricina*), e duas onívoras (*Phyllostomus hastatus* e *Phyllostomus discolor*). A proporção de jovens e adultos foi semelhante entre as espécies, embora algumas espécies apresentaram maior número de jovens, como *Artibeus planirostris*, enquanto outras, como *Artibeus lituratus*, mostraram mais indivíduos adultos. Além disso, espécies como *Platyrrhinus incarum* e *Anoura caudifer* apresentaram proporção mais baixas de indivíduos em ambas as classes de idade.

Em relação à distribuição por sexo, a proporção entre machos e fêmeas variou entre as espécies. Para a maioria delas, a quantidade de machos e fêmeas foi similar, como em *Artibeus lituratus*, enquanto outras, como *Artibeus planirostris* e *Carollia perspicillata*, apresentaram mais fêmeas do que machos. Já em espécies como *Platyrrhinus incarum* e *Anoura caudifer*, as fêmeas foram menos numerosas que os machos.

Tabela 1. Lista de espécies de morcegos fitófagos, mostrando a proporção sexual e etária dos registros obtidos no banco de dados do Pantanal (Lab Ecologia/UFMS).

Espécies	Jovens	Adultos	Machos	Fêmeas
Frugívoras				
<i>Artibeus lituratus</i>	73	105	89	89
<i>Artibeus planirostris</i>	1098	2047	1411	1734
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	166	266	217	215
<i>Platyrrhinus incarum</i>	4	11	8	7
<i>Sturnira lilium</i>	103	204	127	180
<i>Carollia perspicillata</i>	152	234	176	210
Nectarívoras				
<i>Anoura caudifer</i>	4	20	15	9
<i>Glossophaga soricina</i>	114	194	126	182
Onívoras				
<i>Phyllostomus hastatus</i>	12	23	16	19
<i>Phyllostomus discolor</i>	16	21	21	16

Quanto às categorias reprodutivas de fêmeas, a distribuição observada variou entre as espécies (Tabela 2). Para *A. lituratus*, as fêmeas grávidas foram mais representativas, com uma quantidade considerável de fêmeas adultas não-reprodutivas, além de um número de fêmeas lactantes, pós-lactantes e jovens. *Artibeus planirostris* também apresentou uma predominância de fêmeas grávidas, com uma grande quantidade de fêmeas adultas não-reprodutivas e um número expressivo de fêmeas lactantes, pós-lactantes e jovens. Em *P. lineatus*, as fêmeas grávidas e as adultas não-reprodutivas foram bem representadas, com menos fêmeas lactantes, pós-lactantes e jovens. Para *S. lilium*, a quantidade de fêmeas grávidas e não-reprodutivas foi também notável, seguidas de um número razoável de fêmeas lactantes, pós-lactantes e jovens. *Carollia perspicillata* apresentou uma quantidade significativa de fêmeas grávidas e não-reprodutivas, com uma representação equilibrada de fêmeas lactantes, pós-lactantes e jovens. *Glossophaga soricina* teve fêmeas grávidas em boa quantidade, seguidas de fêmeas adultas não-reprodutivas, com uma quantidade intermediária de fêmeas lactantes, pós-lactantes e jovens. Já para *P. hastatus* e *P. discolor*, o número de fêmeas grávidas e não-reprodutivas foi menor, com um número reduzido de fêmeas lactantes, pós-lactantes e jovens.

Tabela 2. Número de fêmeas adultas registradas por estágio reprodutivo (FANR = não reprodutivas, FAG = grávidas, FAL = lactantes, FALG = lactantes e grávidas, FAPL = pós-lactantes) para 10 espécies de morcegos fitófagos na região sul do Pantanal.

Espécies	FANR	FAG	FAL	FALG	FAPL
Frugívoras					
<i>Artibeus lituratus</i>	33	26	4	0	4
<i>Artibeus planirostris</i>	467	754	108	13	26
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	68	65	18	1	5
<i>Platyrrhinus incarum</i>	7	0	0	0	0
<i>Sturnira lilium</i>	68	40	17	1	5
<i>Carollia perspicillata</i>	65	53	14	0	1
Nectarívoras					
<i>Anoura caudifer</i>	5	2	2	0	0
<i>Glossophaga soricina</i>	59	42	15	0	8
Onívoras					
<i>Phyllostomus hastatus</i>	9	7	0	0	0
<i>Phyllostomus discolor</i>	5	5	3	0	0

Temperatura e pluviosidade mensais

A variação mensal da temperatura média (máxima e mínima) e da pluviosidade foi semelhante entre as três sub-regiões do Pantanal – Nhecolândia, Miranda e Aquidauana. (Figura 1). As temperaturas mais altas ocorreram entre outubro e março, enquanto as temperaturas mais baixas foram registradas entre maio e agosto. Da mesma forma, a pluviosidade seguiu o mesmo padrão, sendo mais elevada entre outubro e março e mais baixa entre maio e agosto. Cobrindo os períodos de verão e inverno, respectivamente. Como esperado em regiões de clima tropical, houve correlação positiva entre a temperatura média mensal e a precipitação mensal nas três regiões (Nhecolândia: $r_{\text{Spearman}} = 0.82$; $p < 0.0010$; Miranda: $r_{\text{Spearman}} = 0.83$; $p < 0.0017$; Aquidauana: $r_{\text{Spearman}} = 0.78$; $p < 0.0041$).

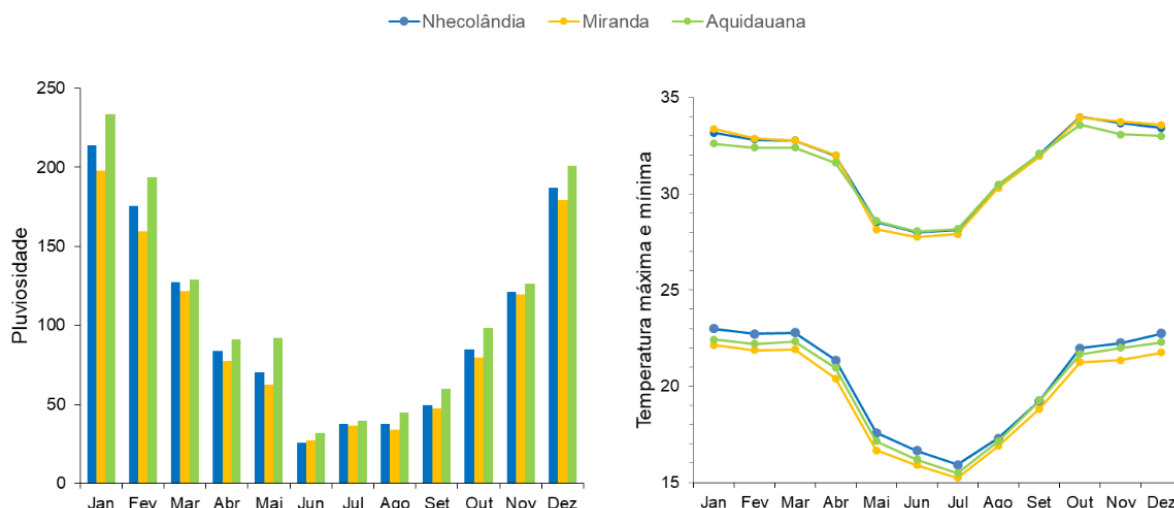


Figura 1. Variação mensal da temperatura média (máxima e mínima) e da pluviosidade no período de 1998 a 2009 para a subregiões Nhecolândia, Miranda e Aquidauana do Pantanal.

Riqueza de frutos e flores por mês

A riqueza de espécies ou gêneros de frutos consumidos por morcegos foi maior durante a estação úmida, com picos em fevereiro e outubro, representados por *Banara arguta*, *Ficus* spp., *Maclura tinctoria* e *Piper* spp. (Figura 2). Por outro lado, a riqueza de flores visitadas por morcegos no Pantanal foi maior durante a estação seca, com pico em abril e estabilidade da riqueza de flores de junho a novembro, representada pelas espécies *Helicteres lhotzkyana*, *Hymenaea* spp, *Pseudobombax longiflorum*, *Psittacanthus acinarius*, *Bauhinia unguolata*, *Caryocar brasiliense*, *Inga vera*. (Figura 3).

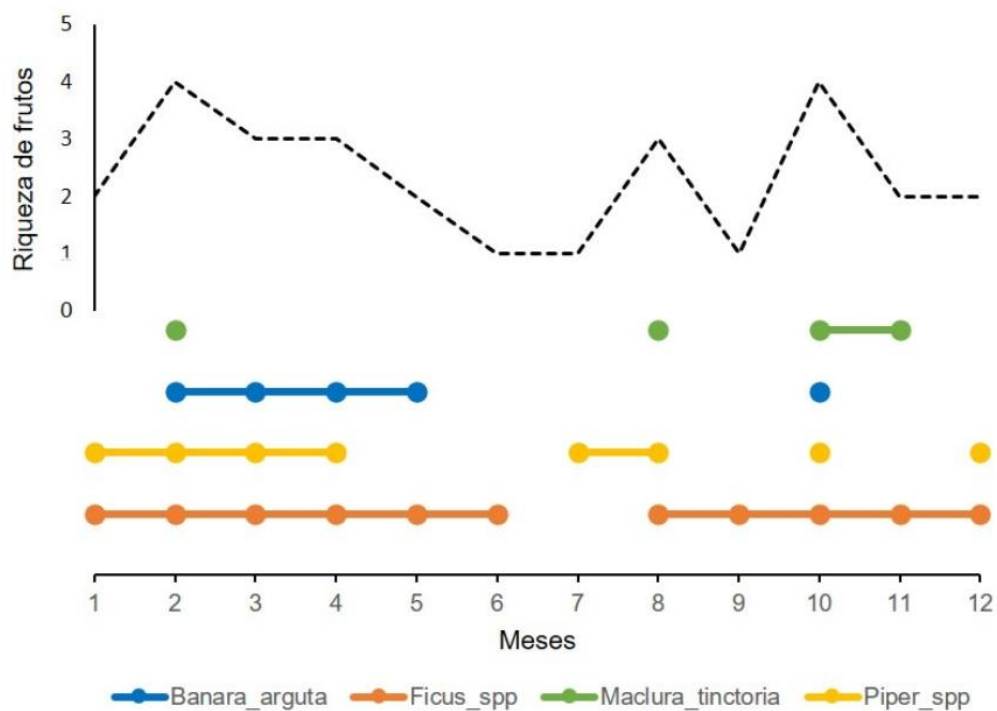


Figura 2. Riqueza de frutos consumidos por morcegos no período de 1998 a 2009 no Pantanal Sul.

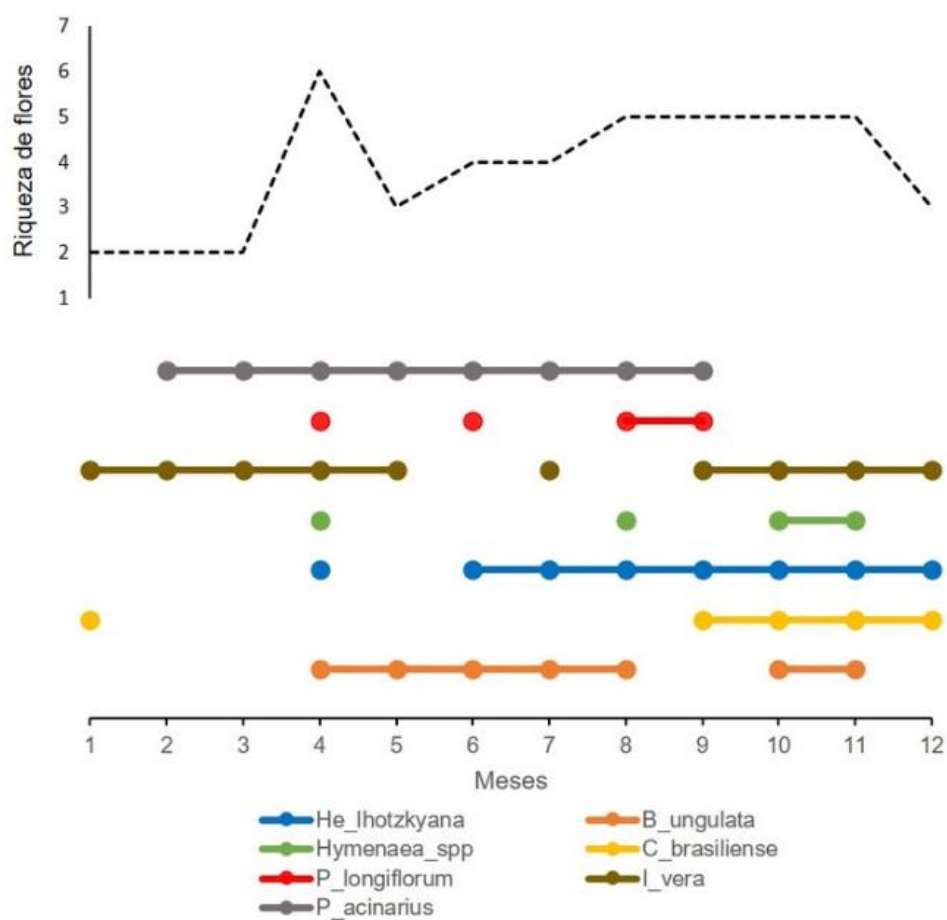


Figura 3. Riqueza de flores consumidas por morcegos no período de 1998 a 2009 no Pantanal Sul.

Fenologia reprodutiva e condição corpórea ao longo do ano

As fêmeas grávidas de *Artibeus lituratus* apresentaram a média anual de índice de condição corpórea (ICC) de $0,92 \pm 0,17$, com o maior valor registrado na estação úmida, quando a disponibilidade de frutos foi maior (Figura 2; Figura S1). Por outro lado, os menores valores de ICC ocorreram na estação seca, quando a disponibilidade de frutos foi reduzida (Figura 2; Figura S1). As fêmeas adultas apresentaram uma média anual de ICC de $0,88 \pm 0,12$, com o maior índice durante a estação úmida (Figura S1). Já as fêmeas jovens, com uma média anual de ICC de $0,85 \pm 0,11$, também apresentaram um pico de ICC na estação úmida, mas, assim como as fêmeas adultas, mostraram menores valores na estação seca (Figura S1). Em relação aos machos, os machos adultos apresentaram uma média anual de ICC de $0,88 \pm 0,12$, que foi mais elevada em comparação aos machos jovens, cuja média anual de ICC foi de $0,80 \pm 0,22$. Para os machos adultos, o maior valor de ICC foi observado na estação úmida, enquanto os machos jovens mostraram um pico de ICC significativo apenas na estação seca (Figura S1).

As fêmeas adultas de *Artibeus planirostris*, com uma média anual de ICC de $0,77 \pm 0,03$, apresentaram o maior valor registrado na estação úmida. (Figura 2; Figura S2). As fêmeas grávidas, com ICC médio de $0,78 \pm 0,04$, apresentaram os maiores picos de ICC durante a estação úmida, quando os níveis de chuva eram mais elevados, embora esses picos não coincidisse com a maior abundância de frutos. Isso pode ser explicado pela fase avançada da gestação, quando as fêmeas tendem a ficar mais pesadas (Figura 2; Figura S2). As fêmeas jovens, com ICC médio de $0,73 \pm 0,03$, apresentaram os

maiores valores de ICC na estação seca, com os menores valores durante a estação úmida, possivelmente devido à maior competição por recursos alimentares (Figura S2).

Para os machos adultos de *A. planirostris*, com ICC médio de $0,73 \pm 0,02$, a condição corporal manteve-se estável ao longo do ano, tanto nos períodos secos quanto úmidos, sem variação significativa em relação à disponibilidade de recursos (Figura 2; Figura S2). Esse padrão sugere que os machos conseguem manter uma condição física constante, independentemente das variações sazonais nos alimentos. Por outro lado, os machos jovens, com ICC médio de $0,70 \pm 0,02$, apresentaram ICC consistentemente mais baixos ao longo de todo o ano, quando comparados aos machos adultos, um padrão comum em indivíduos jovens devido à maior competição por recursos e ao desenvolvimento físico (Figura S2).

Para os machos adultos de *P. lineatus*, o maior ICC foi observado no início da estação úmida, com uma média anual de ICC de $0,50 \pm 0,03$ (Figura 2; Figura S3). As fêmeas adultas apresentaram uma média anual ligeiramente superior de ICC de $0,51 \pm 0,04$, mas com picos menores na estação seca (Figura 2; Figura S3). Os machos jovens apresentaram valores menores, com uma média anual de ICC de $0,46 \pm 0,04$, e picos mais altos durante a estação úmida (Figura 2; Figura S3). Já as fêmeas jovens, com uma média anual de ICC de $0,50 \pm 0,06$, alcançaram o maior índice durante a estação seca, embora o ICC delas tenha sido inferior ao dos machos adultos (Figura 2; Figura S3).

Em comparação, as fêmeas grávidas tiveram um padrão similar ao dos machos adultos, com maior ICC na estação úmida, mas, no geral, os machos tendem a apresentar ICC mais elevado em relação às fêmeas (Figura 2; Figura S3).

As fêmeas adultas de *P. incarum* apresentaram valores de ICC mais elevados em abril e agosto, meses em que, apesar da baixa pluviosidade, houve alta disponibilidade

de frutos, com uma média de ICC de $0,38 \pm 0,01$ (Figura 1; Figura 2; Figura S4). Para os machos adultos, o ICC foi significativamente mais alto em abril, devido à maior riqueza de frutos nesse período, com uma média de ICC de $0,68 \pm 0,23$ (Figura 2; Figura S4). Já os machos jovens apresentaram um valor de ICC mais elevado em janeiro, durante a estação úmida, com uma média de ICC de $0,41 \pm 0,09$ (Figura 2; Figura S4).

Para *S. liliun*, os machos adultos apresentaram maior valor de índice de condição corporal (ICC) durante a estação úmida, com uma média anual de ICC de $0,46 \pm 0,05$ (Figura S5). Já os machos jovens apresentaram maior condição corporal em todas as estações, com o pico mais elevado no mês de outubro, período que também coincidia com a maior riqueza de frutos, embora a média anual de ICC tenha sido menor do que a dos adultos, ficando em $0,43 \pm 0,04$ (Figura 2; Figura S5).

Em relação às fêmeas grávidas de *S. liliun*, o mês de novembro apresentou o maior índice de condição corporal, com destaque para a estação úmida, quando os níveis de chuva eram mais elevados. A média anual de ICC foi de $0,45 \pm 0,07$ (Figura 1; Figura S5). Para as fêmeas adultas, a média anual de ICC foi de $0,45 \pm 0,03$, com o maior pico de índice ocorrido na estação úmida. Nos demais meses, os valores permaneceram estáveis (Figura S5). Já as fêmeas jovens apresentaram uma média anual de ICC de $0,43 \pm 0,05$, com o maior índice observado na estação seca, quando havia baixa disponibilidade de alimentos (Figura 2; Figura S5).

Os machos adultos de *C. perspicillata* apresentaram valores de índice de condição corporal (ICC) mais elevados na estação úmida, com uma média anual de $0,44 \pm 0,03$ (Figura 1; Figura S6). Durante a estação seca, no entanto, os valores de ICC diminuíram, o que está em consonância com a menor disponibilidade de frutos, a principal fonte de alimentação para essa categoria (Figura 2; Figura S6).

Comparativamente, os machos jovens apresentaram um ICC ligeiramente inferior, com uma média anual de $0,43 \pm 0,02$. No entanto, durante a estação úmida, esses machos mostraram um aumento no ICC, refletindo a maior disponibilidade de recursos alimentares e condições climáticas favoráveis (Figura 1; Figura 2; Figura S6).

Por outro lado, as fêmeas grávidas de *C. perspicillata* apresentaram os maiores valores de ICC na estação seca, com uma média anual de ICC de $0,47 \pm 0,09$ (Figura 2; Figura S6). As fêmeas adultas, por sua vez, exibiram valores de ICC mais estáveis ao longo do ano, com uma média anual de ICC de $0,43 \pm 0,02$, tanto na estação úmida quanto na seca, refletindo uma adaptação à constante disponibilidade de recursos (Figura S6). Já as fêmeas jovens apresentaram uma média anual de ICC de $0,41 \pm 0,04$, ligeiramente inferior à das fêmeas adultas e grávidas. O maior valor de ICC foi registrado na estação seca, apesar da baixa riqueza de frutos nesse período (Figura 2; Figura S6).

As fêmeas grávidas de *A. caudifer* apresentaram a média anual de índice de condição corpórea (ICC) de $0,34 \pm 0,03$, com os maiores valores ocorrendo na estação úmida, com picos observados durante a transição entre a estação seca e a estação úmida (Figura 1; Figura 3; Figura S7). As fêmeas grávidas apresentaram uma média anual de ICC ligeiramente superior ($0,35 \pm 0,02$) em comparação às fêmeas adultas ($0,33 \pm 0,03$) (Figura 1; Figura 3; Figura S7). Nos machos adultos, a média anual de ICC foi de $0,35 \pm 0,04$, com o maior pico registrado na estação úmida, quando a abundância de flores era alta, enquanto os menores valores foram observados na estação seca, com menor disponibilidade de flores (Figura 1; Figura 3; Figura S7). Nos machos jovens, a média anual de ICC foi de $0,36 \pm 0,06$, com o pico de ICC também ocorrido na estação úmida e valores mais baixos na estação seca (Figura 1; Figura 3; Figura S7).

As fêmeas grávidas de *G. soricina* apresentaram um aumento significativo da condição corpórea (ICC) na estação úmida, com uma média anual de ICC de $0,43 \pm 0,27$ (Figura 1; Figura 2; Figura S8). Para as fêmeas adultas, o ICC manteve-se estável ao longo dos meses, tanto na estação seca quanto na úmida, com uma média anual de ICC de $0,29 \pm 0,02$ (Figura S8). As fêmeas jovens apresentaram valores semelhantes aos das fêmeas adultas, com ICC estável e uma média anual de ICC de $0,30 \pm 0,02$ (Figura S8). Para os machos adultos, o ICC teve uma média anual de $0,29 \pm 0,03$, com o maior valor registrado na estação úmida, quando houve maior disponibilidade de frutos (Figura 1; Figura 2; Figura S8). Os machos jovens, por sua vez, apresentaram uma média anual de ICC de $0,28 \pm 0,03$, com o maior índice na estação úmida, período em que os níveis de pluviosidade e temperatura aumentam gradualmente (Figura 1; Figura S8).

Para os machos adultos de *P. hastatus*, o maior ICC foi registrado na estação seca, com uma média anual de $1,20 \pm 0,19$ (Figura 2; Figura S9). Em contraste, para os machos jovens, a média anual de ICC foi de $1,00 \pm 0,11$, com o maior ICC ocorrendo na estação úmida, quando a riqueza de frutos era alta (Figura 2; Figura S9). Para as fêmeas grávidas, o maior pico de ICC foi observado na estação úmida, devido à alta riqueza de frutos e ao aumento da pluviosidade e temperatura. A média anual de ICC foi de $1,00 \pm 0,10$ (Figura 1; Figura 2; Figura S9). Já nas fêmeas adultas, o maior valor de ICC ocorreu na estação úmida, com a média anual de ICC de $1,01 \pm 0,05$ (Figura 1; Figura S9). Por fim, as fêmeas jovens apresentaram a menor média anual de ICC, de $0,88 \pm 0,01$, com o maior ICC registrado na estação seca, quando a riqueza de frutos foi relevante (Figura 2; Figura S9).

Para os machos adultos de *P. discolor*, com uma média anual de ICC de $0,62 \pm 0,04$, o maior ICC foi observado na estação seca, quando houve maior riqueza de frutos

e menores níveis de pluviosidade e temperaturas (Figura 1; Figura 2; Figura S10). Em contraste, os machos jovens, com uma média anual de ICC de $0,60 \pm 0,06$, tiveram o maior ICC na estação seca, período de baixa pluviosidade e temperatura (Figura 1; Figura 2; Figura S10). Para as fêmeas grávidas, o maior ICC também foi observado na estação seca, com uma média anual de ICC de $0,61 \pm 0,05$, o que é semelhante ao padrão observado nos machos adultos (Figura 2; Figura S10). Por outro lado, nas fêmeas adultas, o pico de ICC ocorreu na estação úmida, quando as temperaturas e a pluviosidade estavam altas, com a média anual de ICC de $0,60 \pm 0,06$ (Figura 1; Figura S10). Por fim, as fêmeas jovens apresentaram a menor média anual de ICC, de $0,55 \pm 0,02$, sendo que o valor mais alto foi registrado na estação seca, durante a seca, o que indica um padrão diferente das demais categorias (Figura 2; Figura S10).

Relação da Variação da condição corpórea com o clima e riqueza de frutos ou flores

Na guilda dos frugívoros, os resultados mostraram que a espécie *Sturnira lilium* apresentou uma relação significativa com as variáveis ambientais analisadas. Observou-se um efeito positivo da temperatura máxima sobre o Índice de Condição Corpórea (ICC), indicando que temperaturas mais elevadas estão associadas a melhores condições físicas dessa espécie ($p = 0,037$; Figura 4). Por outro lado, a riqueza de frutos teve um efeito negativo sobre o ICC, sugerindo que, à medida que a oferta de frutos aumenta, a condição corporal dos morcegos tende a diminuir.

Na guilda de nectarívoros, os resultados foram significativos para as espécies *Anoura caudifer* e *Glossophaga soricina*. *A. caudifer* apresentou um efeito positivo da riqueza de flores sobre o ICC ($p = 0,023$; Figura 4). *G. soricina* mostrou um efeito negativo da pluviosidade sobre o ICC, ($p = 0,037$; Figura 4).

Na guilda dos onívoros, os registros são predominantemente das espécies *Phyllostomus discolor* e *Phyllostomus hastatus*, ambas conhecidas por serem poliétricas, ou seja, não possuem um período reprodutivo definido. No entanto, os resultados da análise não foram significativos para nenhuma das variáveis explicativas consideradas ($p > 0.05$).

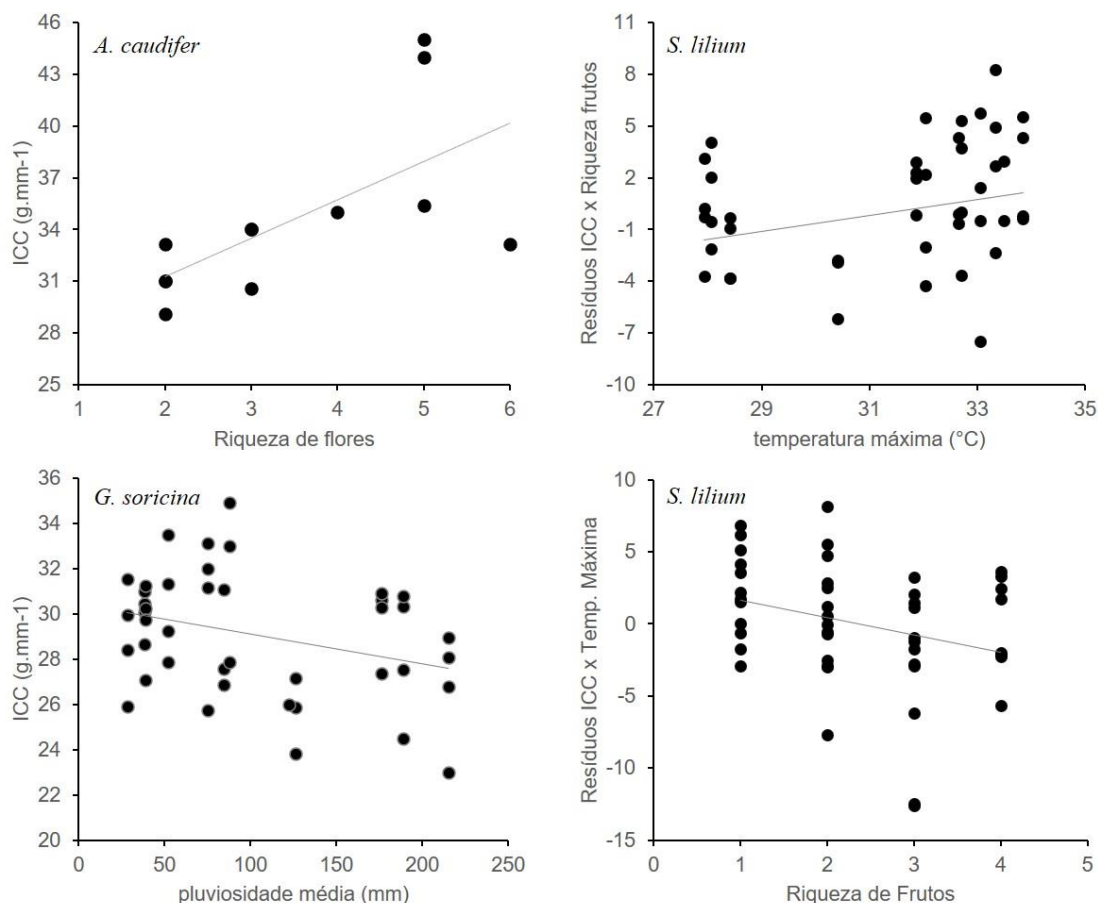


Figura 4. Os resultados significativos ($p < 0,05$) do modelo GLM (stepwise forward) mostraram relações entre as variáveis ambientais e o índice de condição corporal (ICC) em três espécies de morcegos. Para *A. caudifer*, foi observado um efeito positivo da riqueza de flores sobre o ICC, corroborando a hipótese de que a disponibilidade de néctar influencia positivamente a condição corpórea dessa espécie. Em *S. lilium*, um efeito positivo da temperatura máxima (T-MÁX) sobre o ICC foi encontrado, corroborando a hipótese de que fatores climáticos afetam a condição corpórea de

morcegos nectarívoros. Para *G. soricina*, o efeito negativo da pluviosidade média sobre o ICC foi encontrado, contrariando a hipótese de que a maior disponibilidade de frutos aumentaria a condição corpórea desta espécie. Além disso, em *S. liliun*, a riqueza de frutos teve um efeito negativo sobre o ICC, o que também contradiz a hipótese de que a disponibilidade de frutos teria um efeito positivo sobre a condição corpórea de morcegos frugívoros. As linhas representam as tendências ajustadas pelo modelo.

Discussão

Os resultados indicam que a condição corpórea dos morcegos está ligada à sazonalidade climática e à disponibilidade de recursos alimentares. Entre os frugívoros, *A. lituratus* e *A. planirostris* apresentaram picos de condição corpórea na estação úmida, quando a oferta de frutos foi maior. Já *S. liliun* mostrou uma correlação inversa entre a riqueza de frutos e o índice de condição corpórea, sugerindo que fatores como competição por recursos podem influenciar a condição física dessa espécie. Para os nectarívoros, *A. caudifer* teve a condição corpórea aumentada pela maior disponibilidade de flores, enquanto *G. soricina* apresentou flexibilidade alimentar, o que pode explicar variações no seu ICC. As espécies onívoras *P. hastatus* e *P. discolor* não mostraram variações significativas, possivelmente devido à dieta mais diversificada.

Frugívoros

Entre as espécies frugívoras, *A. lituratus* e *A. planirostris* apresentaram um padrão de pico de condição corpórea (ICC) durante a estação úmida, quando a oferta de frutos foi maior, corroborando a hipótese de que a condição física das espécies está intimamente relacionada à disponibilidade sazonal de recursos (Erickson et al., 2000). De acordo com Silva et al., (2007), as variações na condição corpórea de morcegos frugívoros

também refletem a abundância e qualidade dos frutos disponíveis, com picos de ICC observados durante a estação chuvosa, quando os frutos tendem a ser mais abundantes e nutritivos. Para *A. lituratus*, além de frutos, há também registros de comportamento nectarívoro (Heithaus et al., 1975; Sazima et al., 1994), além de consumo de folhas e insetos (Zortéa & Chiarello, 1994). Já *P. lineatus* também tem sido observado consumindo insetos e folhas (Fleming 1982; Zortéa 1993; Rocha et al. 2017). Contudo, o padrão observado em *S. liliun* revelou uma correlação inversa entre a riqueza de frutos e o ICC, o que sugere que outros fatores, além da simples disponibilidade de recursos, podem influenciar a condição corpórea desta espécie. O efeito negativo da abundância de frutos no ICC de *S. liliun* pode ser explicado por uma possível competição por recursos, com maior abundância de frutos levando a um maior número de indivíduos competindo por eles (Fischer et al., 2018), o que pode diminuir o ICC individualmente, apesar da maior oferta alimentar.

Nectarívoros

Para as espécies nectarívoras, os resultados indicaram uma forte associação entre a condição corpórea e a disponibilidade de flores, especialmente para *A. caudifer*, cuja condição física aumentou com a riqueza de flores. Esse padrão é consistente com estudos anteriores que sugerem que a sazonalidade de flores quiropterófilas pode ser um fator determinante na condição corpórea de morcegos nectarívoros (Gonzalez-Terrazas et al., 2017). A abundância de flores, com picos na estação seca e na transição para a estação úmida, pode fornecer uma fonte alimentar estável e energética para essas espécies, promovendo uma melhor condição física. No entanto, o morcego *G. soricina* apresenta uma dieta mais generalista, incluindo néctar, insetos e frutos (Gardner, 1977; Pedro & Taddei, 1997), o que pode contribuir para uma maior flexibilidade frente às

variações sazonais. A análise dos dados revelou que *G. soricina* teve sua condição corpórea com ICC menor durante períodos de alta pluviosidade, sugerindo que, apesar da maior oferta de flores na estação úmida, a abundância de chuva pode dificultar o acesso eficiente a flores, afetando o sucesso na coleta de néctar (Torrez et al., 2017).

Onívoros

A guilda dos onívoros, representada por *P. hastatus* e *P. discolor*, não apresentou relações significativas entre o ICC e as variáveis climáticas ou a riqueza de frutos e flores. Essas espécies possuem um comportamento alimentar mais flexível, podendo se alimentar tanto de frutos quanto de pequenos animais, o que as torna menos dependentes da sazonalidade dos recursos vegetais em comparação com as guildas frugívoras e nectarívoras. A ausência de variações significativas na condição corpórea pode estar relacionada a essa flexibilidade na dieta, permitindo que essas espécies se adaptem a variações na oferta de frutos ou flores ao longo do ano (Kunz et al., 2009).

Referências

- Araujo, A. C. & Sazima, M. 2003. The assemblage of flowers visited by hummingbirds in the “capões” of southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Flora* 198:427–435.
- Araujo, A. C., Fischer, E. A. & Sazima, M. 1994. Floração sequencial e polinização de três espécies de *Vriesea* (Bromeliaceae) na região de Juréia, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 17:113-118.
- Bates, P. J. J., et al. 2018. Ecology of bats in tropical environments. *Frontiers in Ecology and Evolution* 6:88.

- Bawa, K. S. 1983. Patterns of flowering in tropical plants. In: C.E. JONES and R.J. LITTLE (eds.). Handbook of experimental pollination biology, pp. 394-410. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Bawa, K. S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forest. Annual Review of Ecology and Systematic 21: 399-422.
- Carvalho N., Raizer, J. & Fischer, E. 2017. Passage through *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) increases germination of *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) seeds. Tropical Conservation Science 10: 1-7.
- Diamond, J. & CASE, T.J. 1986. Community ecology. Harper & Row, New York.
- Eisenberg, J.F. 1980. The density and biomass of tropical mammals. In: Conservation Biology. M. Soulé & B. Wilcox (eds). Sinauer Associates Inc. Sunderland.
- Erickson, J. S., et al. 2000. Dietary and seasonal influences on the condition and reproduction of frugivorous bats. Journal of Mammalogy 81(1):191-198.
- Fadini, R.F., Fischer, E., Castro, S.J., Araujo, A.C., Ornelas, J.F. & Souza, P.R. 2018. Bat and bee pollination in *Psittacanthus* mistletoes, a genus regarded as exclusively hummingbird-pollinated. Ecology 99:1–3
- Figuerola, S. N.; Satyamurty, P.; Silva Dias, P.L. 1995. Simulations of the summer circulation over the South American region with Eta Coordinate Model. Journal of the Atmospheric Science 52:1573-1584.
- Fischer, E. & Araujo, A. C. 1995. Spatial organization of a bromeliad community in the Atlantic rainforest, south-eastern Brazil. Journal of Tropical Ecology 11:559-567.

- Fischer, E. & Santos, F. A. M. 2001. Demography, phenology and sex of *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae) trees in the Atlantic forest. *Journal of Tropical Ecology* 17:903–909.
- Fischer, E. 1992. Foraging of nectarivorous bats on *Bauhinia unguolata*. *Biotropica* 24: 579-582.
- Fischer, E., Araujo, A.C. & Gonçalves, F. 2014. Polinização por vertebrados. In: Rech, A.R, Agostini, K., Oliveira, P.E., Machado, I.C. (Eds) *Biologia da polinização*. Editora Projeto Cultural, Rio de Janeiro, pp 311–326.
- Fischer, E., Silveira, M., Munin, R.L., Camargo, G., Santos, C.F., Ramos Pereira, M.J., Fischer, W. & Eriksson, A. 2018. Bats in the dry and wet Pantanal. *Hystrix* 29: 11–17.
- Fleming, T. H. 1982. Foraging strategies of plant-visiting bats. In: Kunz, T.H. (Ed.), *Ecology of bats*. Plenum Press, New York, p.287-326.
- Fleming, T. H. & Sosa, V. J. 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *Journal of Mammalogy* 75: 845-851.
- Foster, R.B. 1982. The seasonal rhythms of fruitfall on Barro Colorado Island. In: *The Ecology of a Tropical Forest*. E.G. Leigh, A.S. Rand & Windsor (eds). Smithsonian Institution Press, Washington.
- Fournier, D. & White, G. 2007. Body condition and the index of body condition in mammals. *Journal of Wildlife Management*, 71(2): 253–258.
- Gardner, A. L. 1977. Feeding Habits. *Special Publications of Museum Texas Tech University*, 13:293-350.

- Gonzalez, T. P., et al. 2017. Nectarivorous bat responses to floral resource availability in tropical regions. *Journal of Tropical Ecology* 33(3):181-192.
- Handley, C. O., Wilson, D. E. & Gardner, A. L. 1991. Demography and natural history of the common fruit bat, *Artibeus jamaicensis*, on the Barro Colorado Island, Panama. Smithsonian Institution, Washington.
- Heithaus, E. R.; Fleming, T.H. & Opler, P.A. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven bats in a seasonal tropical forest. *Ecology*, 56:841-854.
- Howe, F.H. & Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematic* 13: 201-228.
- Koptur, S.; Haber, W.A.; Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1988. Phenological studies of shrub and treelet species in tropical cloud forest of Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 4: 323-346.
- Kunz, T. H., et al. 2009. Ecology of insectivorous bats in temperate zones. In: A. G. E. Gaffin (Ed.), *Bats: Ecology and Behavior* (pp. 103-124). Springer.
- Leighton, M. & Leighton, D. 1983. Vertebrate responses to fruiting seasonality within a bornean rain forest. In: *Tropical Rain Forest: Ecology and Management*. S.L. Sutton, T.C. Whitmore & A.C. Chadwick (eds.). Blackwell Scientific Publications.
- Munin, R.L., Fischer, E. & GONÇALVES, F. 2012. Food habits and dietary overlap in a phyllostomid bat assemblage in the Pantanal of Brazil. *Acta Chiropterol* 14:195–204.
- Nogués-Pegle, J.; Mo, K. C. 1997. Alternating wet dry conditions over South America during summer. *Monthly Weather Review* 125: 279-291.

- Pedro, W.A. & Taddei, V.A. 1997. Taxonomic assemblages of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance and trophic level relations in the Phyllostomatidae. *Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello-Leitão, Série Zoologia*, 6:3-21.
- Primack, R.B. 1985. Patterns of flowering phenology in communities, populations, individuals and single flowers. In: *The Population Structure of Vegetation*. J. White (Ed). *Handbook of vegetation Science*, vol. 3. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht, Netherlands.
- Racey, P.A. 1978. The effect of photoperiod on the initiation of spermatogenesis in pipistrelle bats, *Pipistrellus pipistrellus*. In R.J. Olembo, J.B. Castelino, & F.A. Mutere (Eds.), *Proceedings of the Fourth International Bat Research Conference*. Kenya: Kenya Literature Bureau.
- Racey, P.A. 1982. Ecology of bat reproduction. In T.H. Kunz (Ed.), *Ecology of bats* (pp. 57-104). NY, USA: Plenum Press.
- Racey, P.A., & Entwistle, A.C. 2000. Life-history and reproductive strategies of bats. In E.G. Crichton, & P.H. Kruntzsch (Eds.), *Reproductive Biology of Bats* (pp. 363-414). London, England: Academic Press.
- Rocha, P. A., Pereira, A. S., Silvestre, S. M., Santana, J. P., Beltão-Mendes, R., Zortéa, M. & Ferrari, S. F. 2017. Consumption of leaves by *Platyrrhinus lineatus* (Chiroptera, Stenodermatinae): are these bats primarily frugivorous or broadly phytophagous?. *Zoology*, 121: 44-48.
- Sazima, I., Fischer, W.A.; Sazima, M. & Fischer, E.A. 1994. The fruit bat *Artibeus lituratus* as a forest and city dweller. *Ciência e Cultura*, 46(3):164-168.

- Schoener, T.W. 1986. Patterns in terrestrial vertebrate versus arthropod communities: do systematic differences in regularity exist? In: Community ecology. Diamond, J. & Case, T. J. (Eds.). Harper & Row, New York.
- Silva, T. A., et al. 2007. The effect of fruit availability on bat condition and reproduction in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Journal of the Linnean Society* 90(3):587-595.
- Silva, J. dos S. V. da, Abdon M. M. 1998. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 33: 1703–1711, out., Número Especial.
- Simberloff, D. 1983. Competition theory hypothesis-testing, and other community ecological buzzwords. *American Naturalist* 122: 240-285.
- Stiles, F.G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Annals of Missouri Botanical Garden* 68: 323-351.
- Terborgh, J., Robinson, S., Parker Iii, T., Munn, C. & Pierpont, N. 1990. Structure and organization of an Amazonian forest bird community. *Ecological Monographs* 60: 213-238.
- Torrez, E. A., et al. 2017. Rainfall and food availability as predictors of body condition in nectarivorous bats. *Global Ecology and Biodiversity* 26(6):1-9.
- Thompson, S.D. 1992. Gestation and lactation in small mammals: basal metabolic rate and the limits of energy use. In T.F. Tomasi, & T.H. Horton (Eds.), *Mammalian Energetics: Interdisciplinary views of metabolism and reproduction* (pp. 213-259). NY, USA: Cornell University Press.

- Vicentini, A. & Fischer, E. 1999. Pollination of *Moronobea coccinea* (Clusiaceae) by the Golden-Winged Parakeet in the Central Amazon. *Biotropica* 31: 692-696.
- Vila Da Silva, J.; Abdon, M.M. 1998. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub regiões. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 33: 1703–1711.
- Willig, M. R. & Moulton, M. P. 1989. The role of stochastic and deterministic processes in structuring Neotropical bat communities. *Journal of Mammalogy* 70: 323-329.
- Wilson, D.E. 1979. Reproduction in Neotropical bats. In R.J. Baker, J.K. Jones Jr., & D.C. Carter (Eds.), *Biology of bats of the New World family Phyllostomidae* (pp. 317-378). USA: Special Publications of The Museum, Texas Tech University.
- Zortéa, M. 1993. Folivory in *Platyrrhinus (Vampyrops) lineatus*. *Bat Res. News*, 34: 59-60.
- Zortéa, M. & Chiarello, A. G. 1994. Observations on the big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus*, in an Urban Reserve of South-east Brazil. *Mammalia (Paris)*, 58(4): 665-670.

Material suplementar

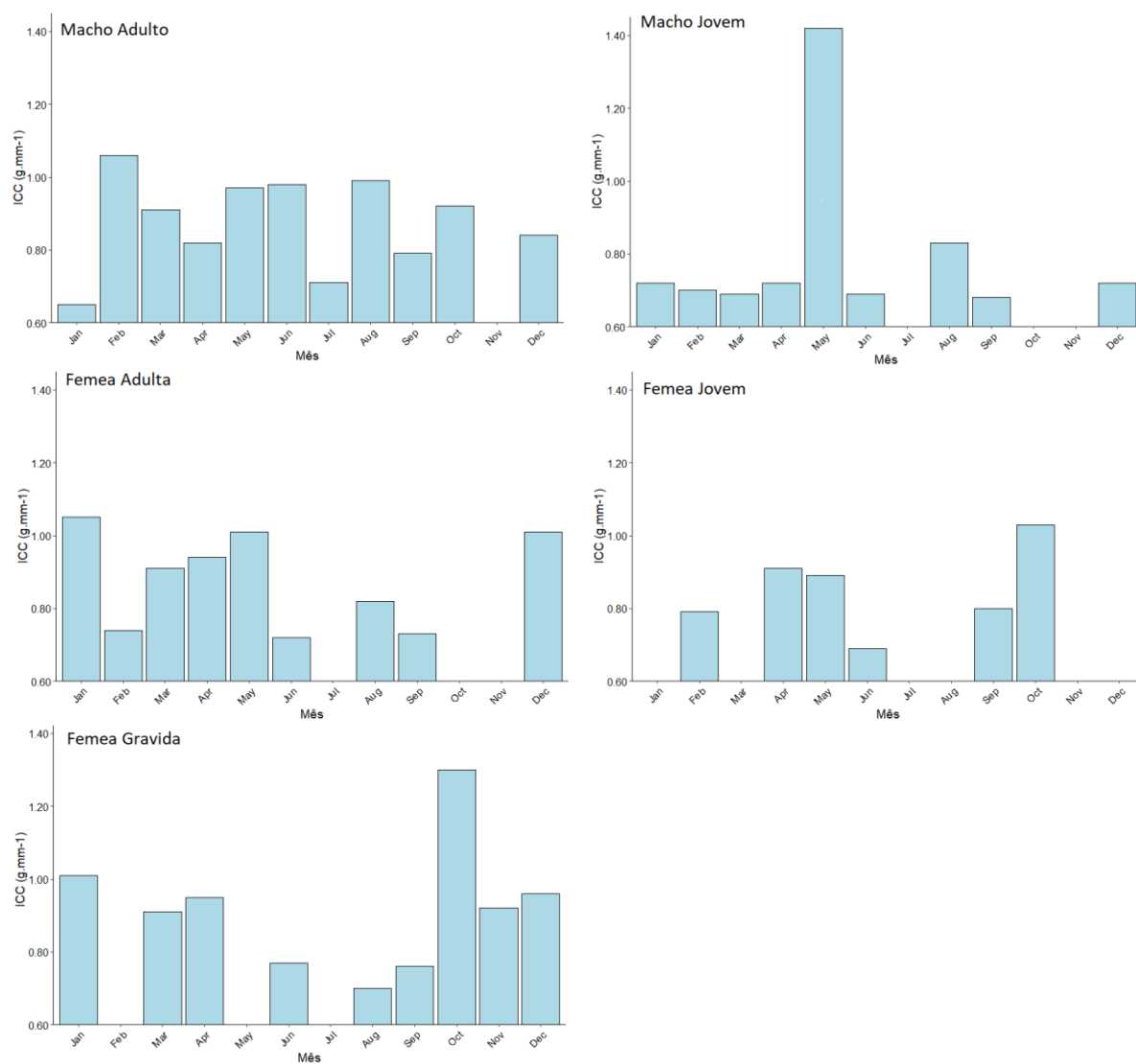


Figura S1. Variação Mensal do Índice de Condição Corporal (ICC) em Diferentes Fenofases de *Artibeus lituratus*.

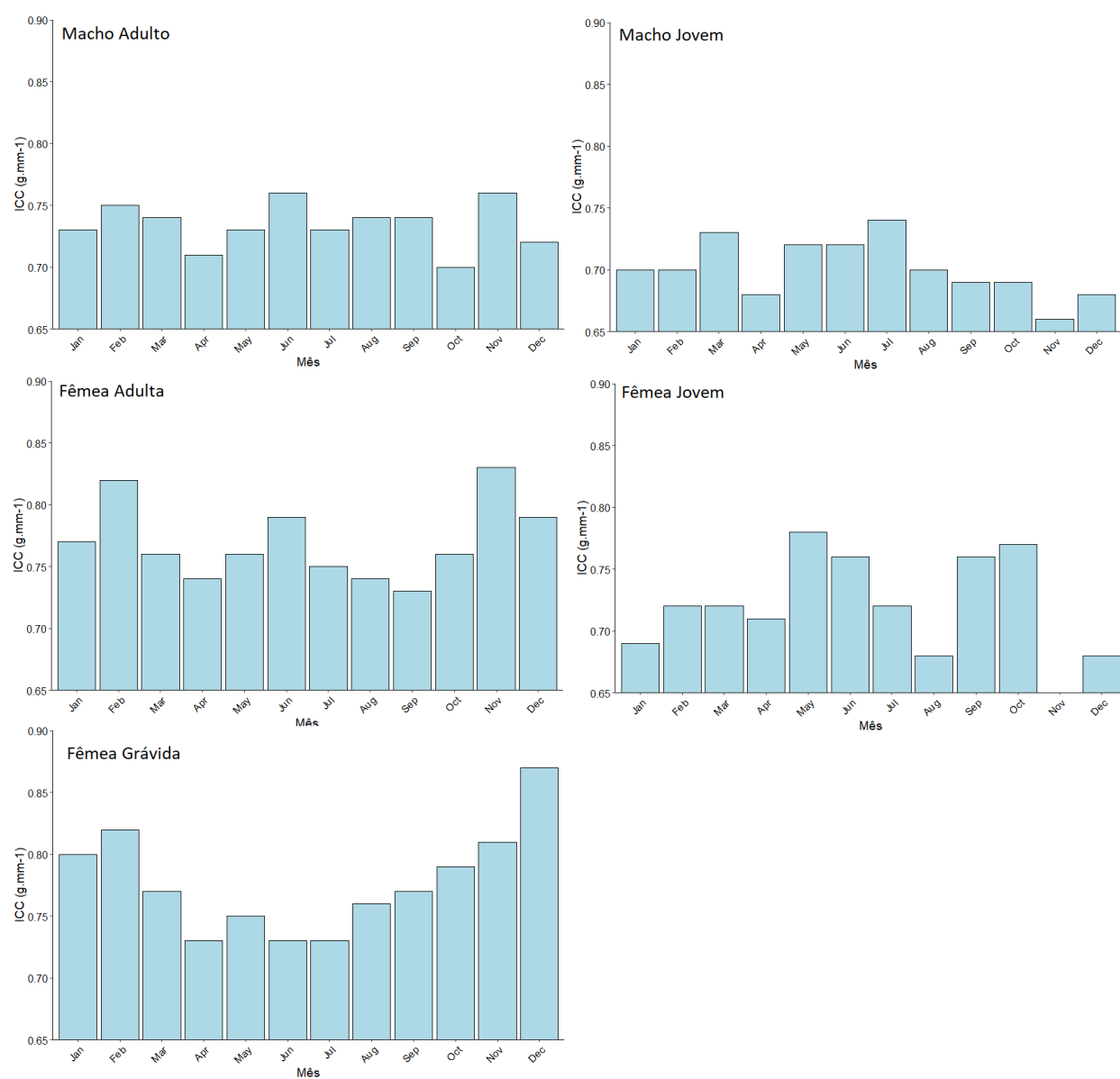


Figura S2. Variação Mensal do Índice de Condição Corporal (ICC) em Diferentes Fenofases de *Artibeus planirostris*.

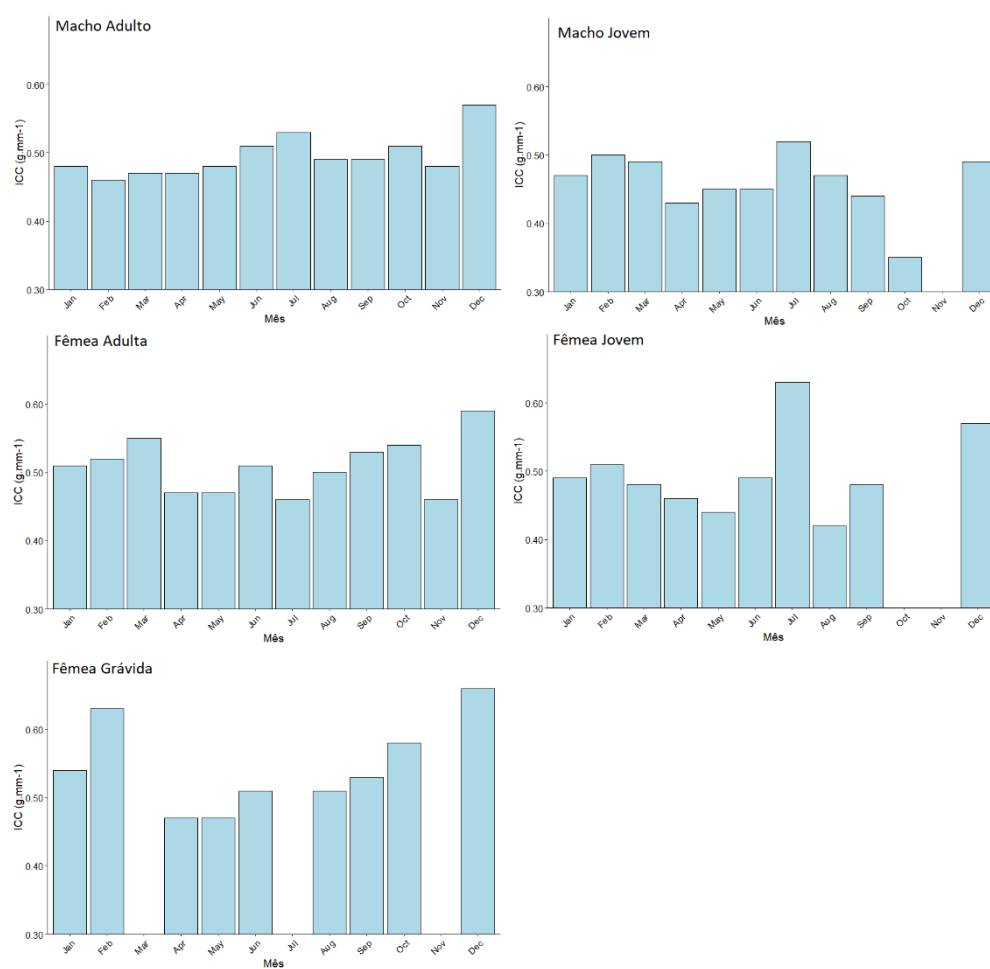


Figura S3. Variação Mensal do Índice de Condição Corporal (ICC) em Diferentes Fenofases de *Platyrrhinus lineatus*.

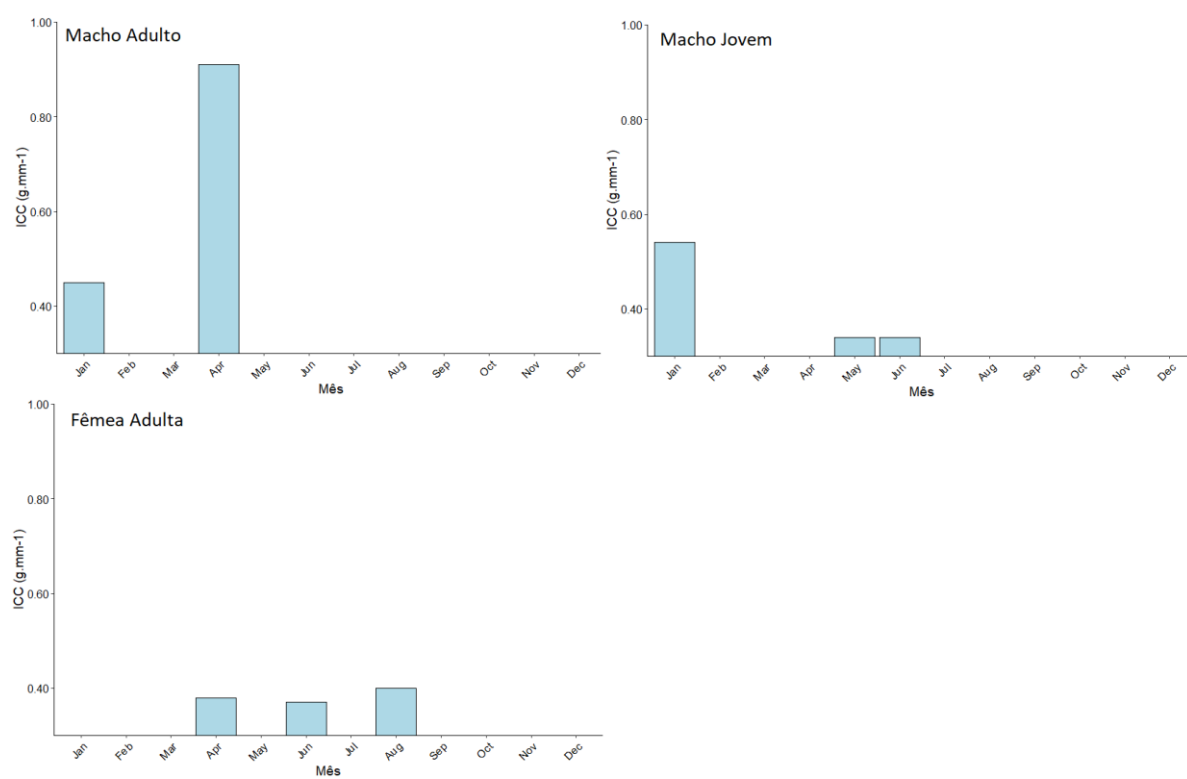


Figura S4. Variação Mensal do Índice de Condição Corporal (ICC) em Diferentes Fenofases de *Platyrrhinus incarum*.

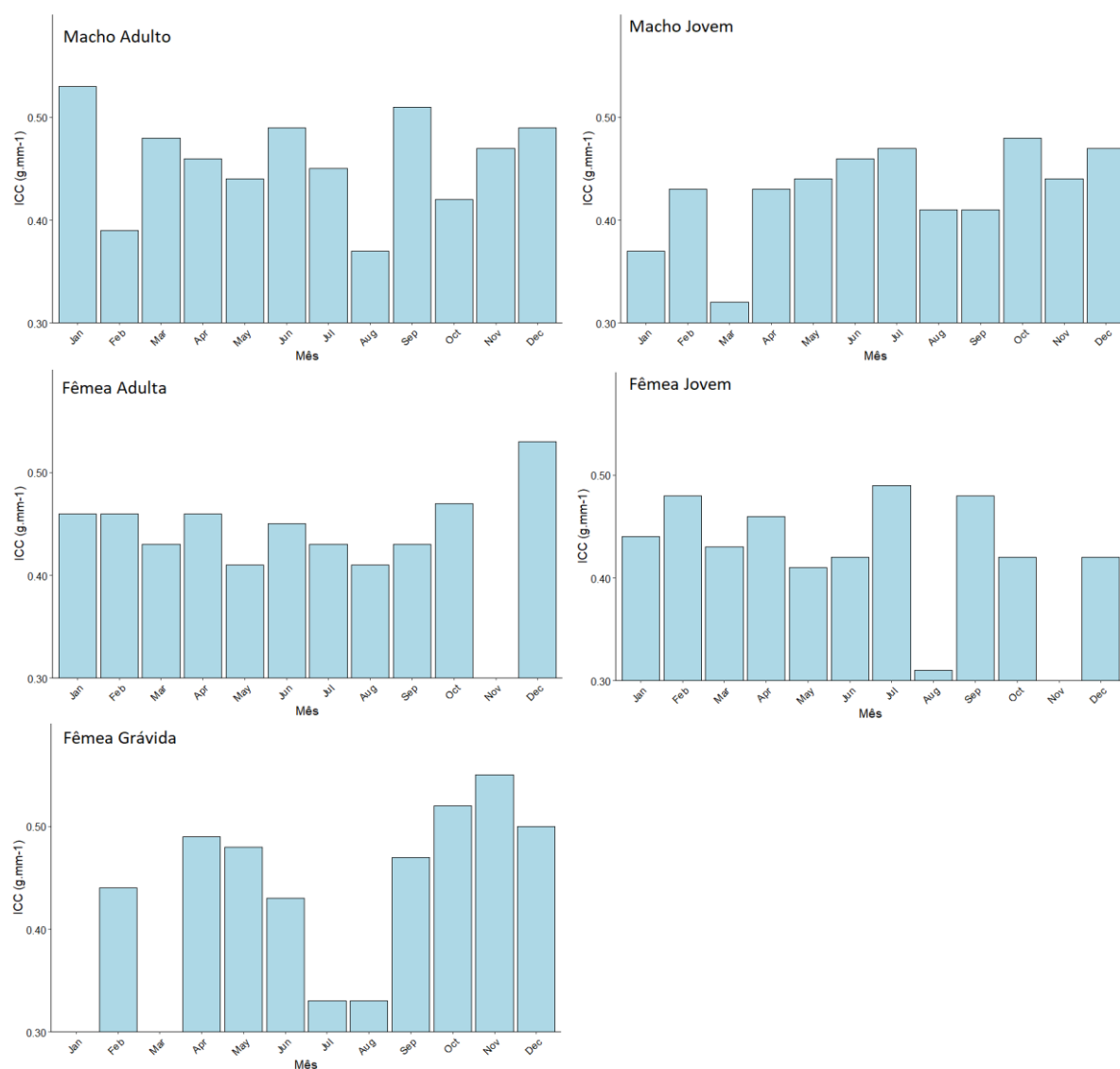


Figura S5. Variação Mensal do Índice de Condição Corporal (ICC) em Diferentes Fenofases de *Sturnira lilium*.

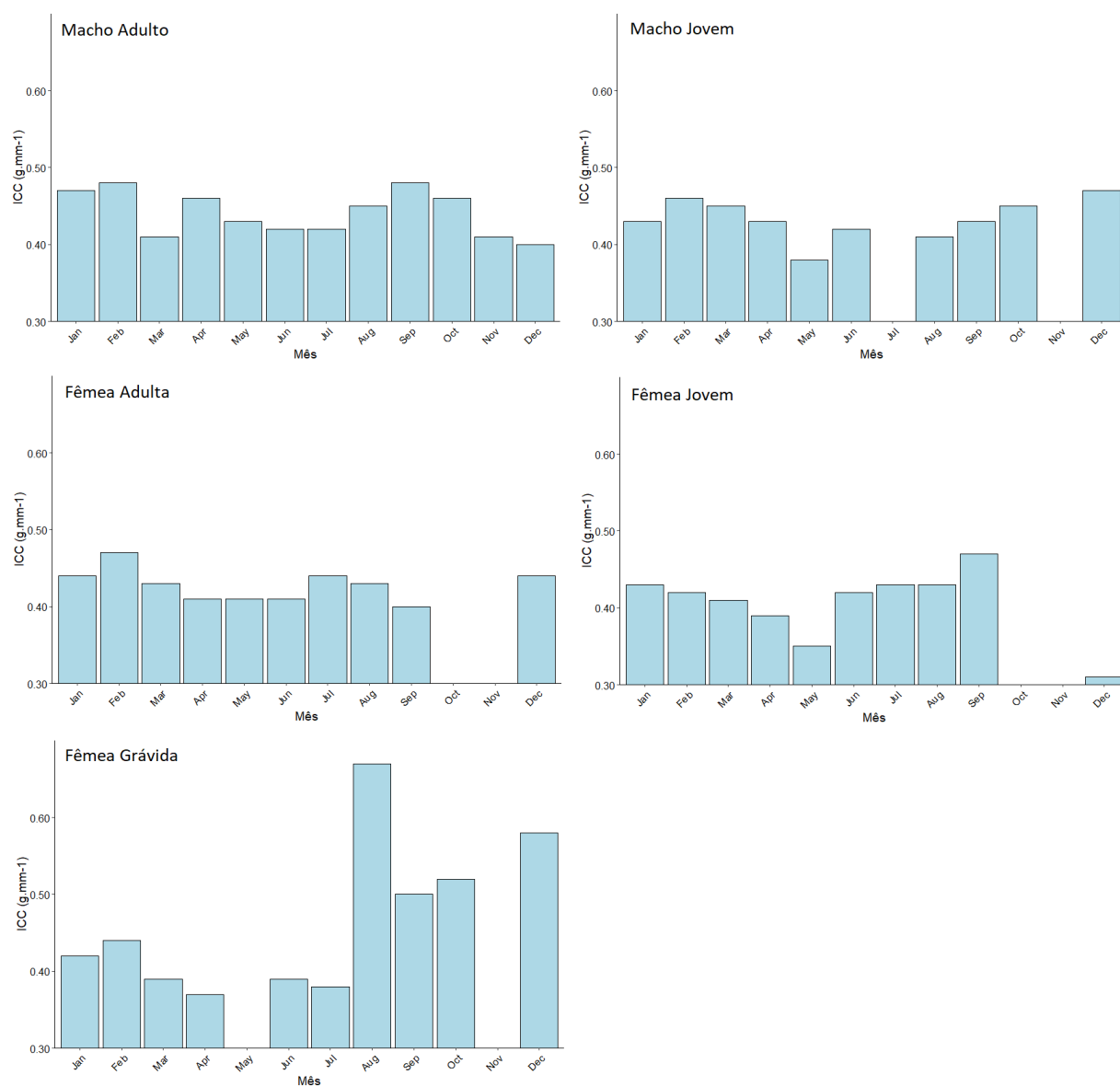


Figura S6. Variação Mensal do Índice de Condição Corporal (ICC) em Diferentes Fenofases de *Carollia perspicillata*.

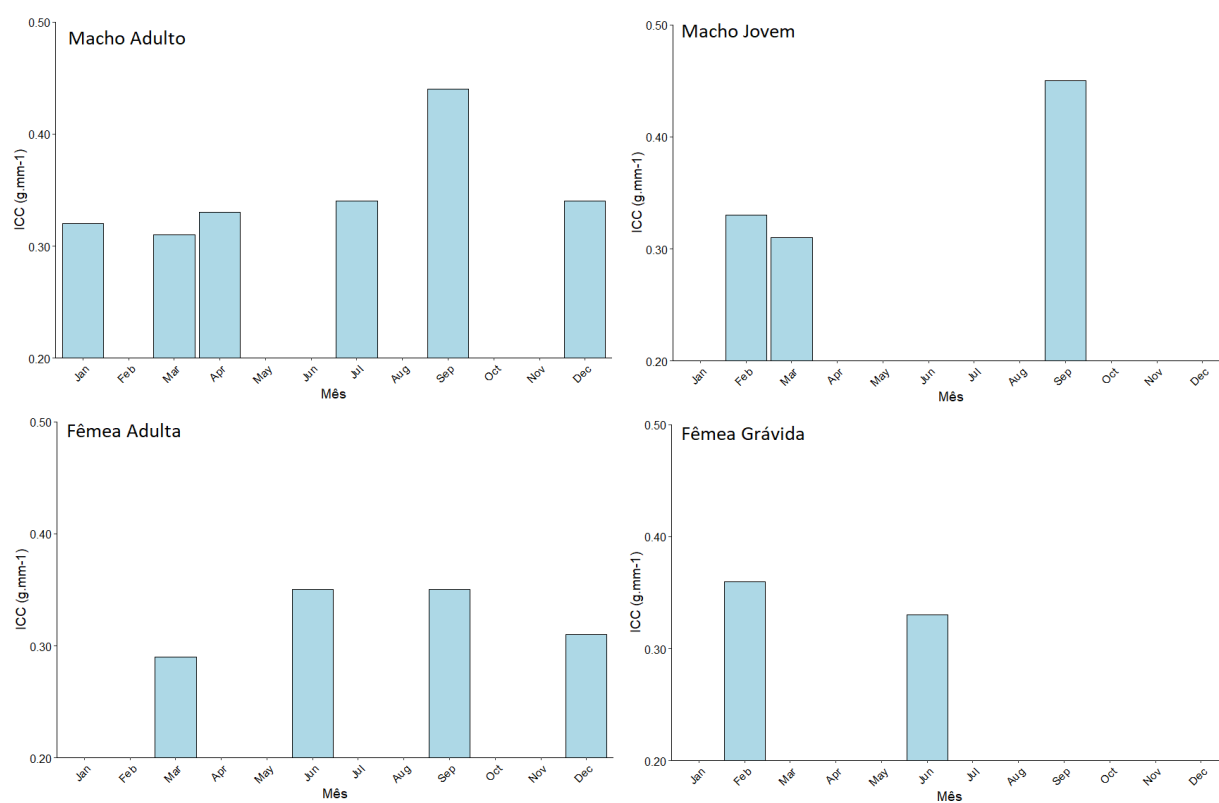


Figura S7. Variação Mensal do Índice de Condição Corporal (ICC) em Diferentes Fenofases de *Anoura caudifer*.

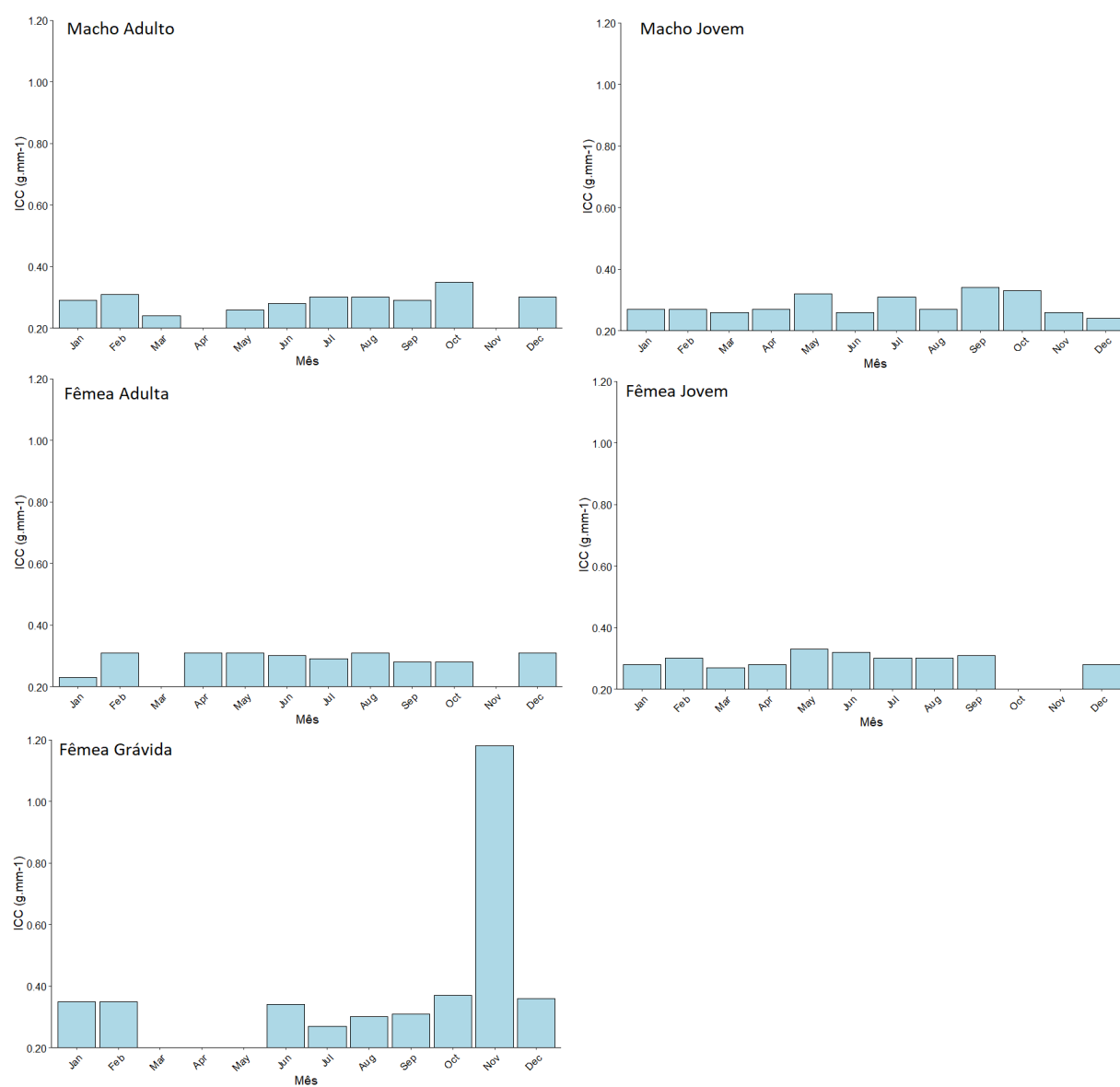


Figura S8. Variação Mensal do Índice de Condição Corporal (ICC) em Diferentes Fenofases de *Glossophaga soricina*.

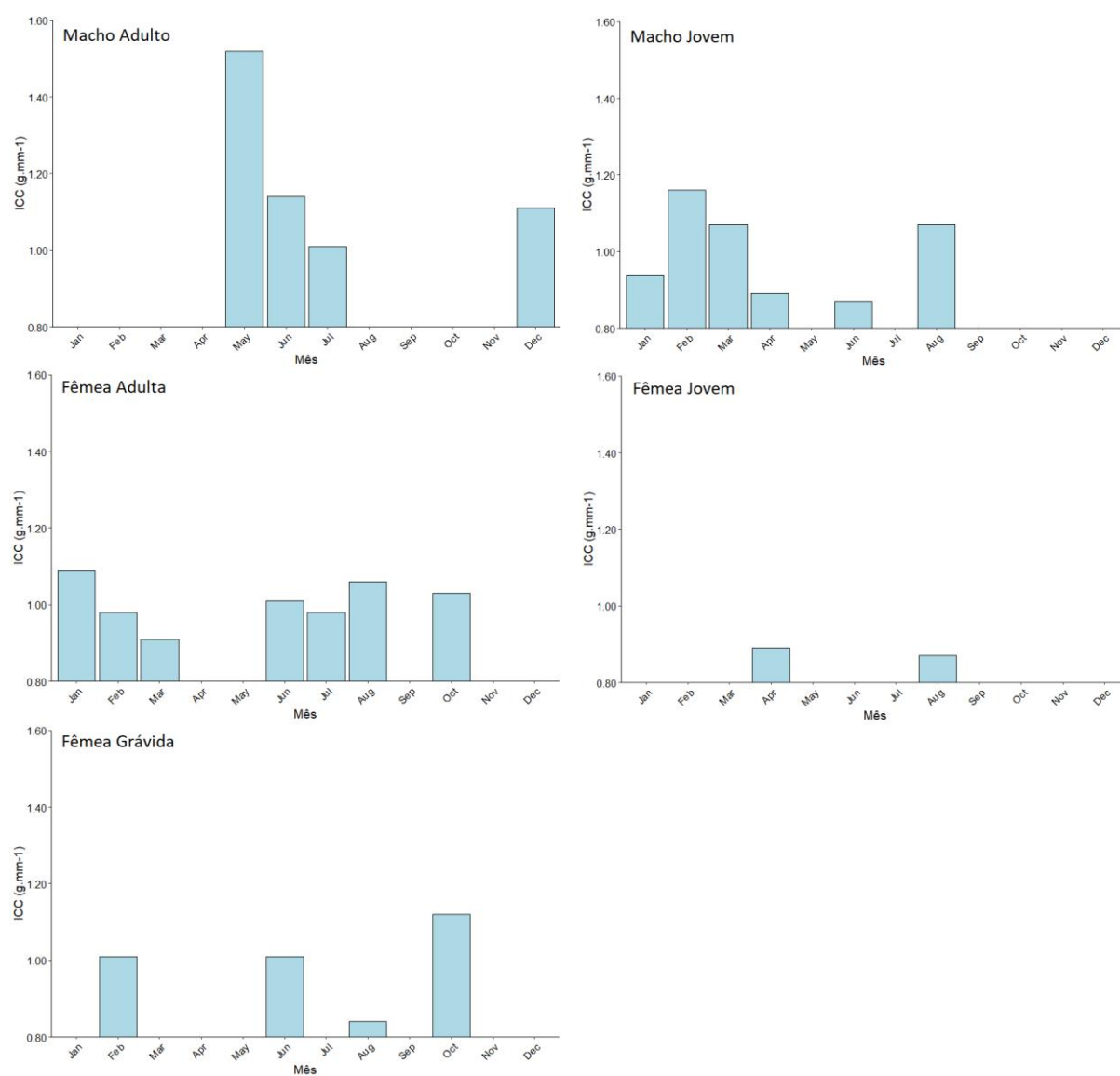


Figura S9. Variação Mensal do Índice de Condição Corporal (ICC) em Diferentes Fenofases de *Phyllostomus hastatus*.

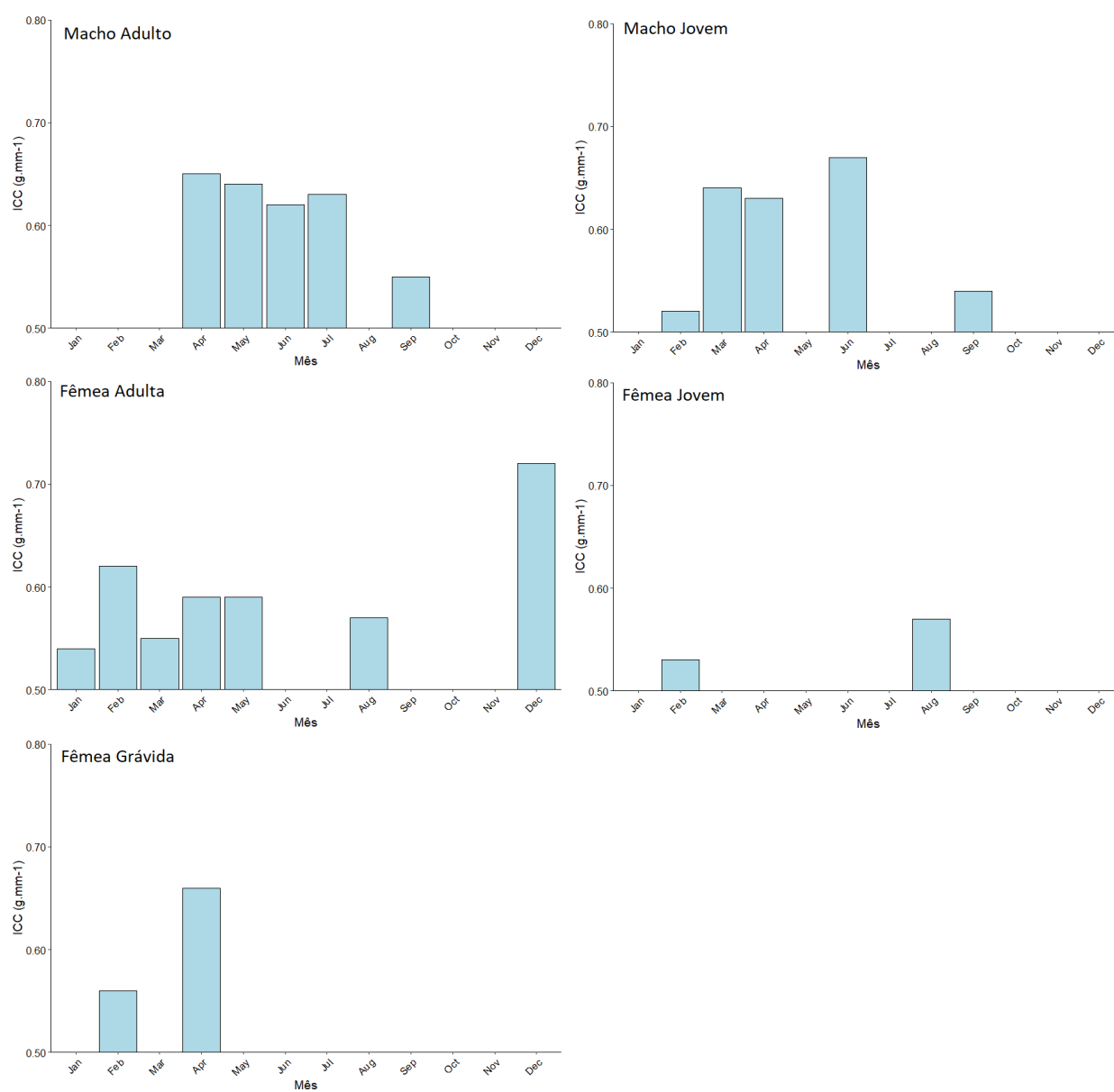


Figura S10. Variação Mensal do Índice de Condição Corporal (ICC) em Diferentes Fenofases de *Phyllostomus discolor*.

Apêndice 1. Modelos Lineares Generalizados (GLM) em etapas para avaliar resposta do Índice de Condição Corpórea (ICC) de morcegos à riqueza de flores e frutos, pluviosidade, e temperatura máxima e mínima no Pantanal.

NECTARÍVOROS

Anoura caudifer (efeito positivo FLORES)

Dependent Variable ICC

Forward stepwise with Alpha-to-Enter=0.150 and Alpha-to-Remove=0.150

Step # 0 R = 0.000 R-Square = 0.000

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
Out								
		Part. Corr.						
2	FLORES	0.646	.	.	1.00000	1	7.155	0.023
3	FRUTOS	-0.356	.	.	1.00000	1	1.452	0.256
4	PLUVIOSIDADE	-0.581	.	.	1.00000	1	5.089	0.048
5	TEMP_MAXIMA	-0.514	.	.	1.00000	1	3.587	0.088
6	TEMP_MINIMA	-0.144	.	.	1.00000	1	0.212	0.655

Step # 1 R = 0.646 R-Square = 0.417

Term entered: FLORES

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'p'
In								
1	Constant							
2	FLORES	2.229	0.833	0.646	1.00000	1	7.155	0.023
Out								
		Part. Corr.						
3	FRUTOS	-0.099	.	.	0.80027	1	0.089	0.773
4	PLUVIOSIDADE	-0.272	.	.	0.56808	1	0.717	0.419
5	TEMP_MAXIMA	-0.275	.	.	0.73195	1	0.735	0.414
6	TEMP_MINIMA	-0.015	.	.	0.95778	1	0.002	0.964

Dep Var: ICC **N: 12** Multiple R: 0.646 **Squared multiple R: 0.417**

Adjusted squared multiple R: 0.359 Standard error of estimate: 3.997

Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tolerance	t	P(2 Tail)
CONSTANT	26.820	3.137	0.000	.	8.549	0.000
FLORES	2.229	0.833	0.646	1.000	2.675	0.023

Analysis of Variance

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Regression	114.310	1	114.310	7.155	0.023
Residual	159.769	10	15.977		

Anoura geoffroyi

Dados insuficientes (N = 5)

Glossophaga soricina (efeito negativo PLUVIOSIDADE)

Dependent Variable ICC. Forward stepwise with Alpha-to-Enter=0.150 and Alpha-to-Remove=0.150

Step # 0 R = 0.000 R-Square = 0.000

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
Out								
		Part. Corr.						
2	TEMP_MINIMA	-0.183	.	.	1.00000	1	1.388	0.246
3	TEMP_MAXIMA	-0.286	.	.	1.00000	1	3.553	0.067
4	PLUVIOSIDADE	-0.323	.	.	1.00000	1	4.645	0.037
5	FRUTOS	0.033	.	.	1.00000	1	0.044	0.836
6	FLORES	0.281	.	.	1.00000	1	3.441	0.071

Step # 1 R = 0.323 R-Square = 0.104

Term entered: PLUVIOSIDADE

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
4	PLUVIOSIDADE	-0.013	0.006	-0.323	1.00000	1	4.645	0.037
Out								
		Part. Corr.						
2	TEMP_MINIMA	0.070	.	.	0.49348	1	0.191	0.664
3	TEMP_MAXIMA	-0.020	.	.	0.26872	1	0.015	0.902
5	FRUTOS	0.169	.	.	0.86947	1	1.153	0.290
6	FLORES	0.084	.	.	0.51716	1	0.278	0.601

Dep Var: ICC **N: 42** Multiple R: 0.323 **Squared multiple R: 0.104**

Adjusted squared multiple R: 0.082 Standard error of estimate: 2.575

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tolerance	t	P(2 Tail)
	CONSTANT	30.438	0.742	0.000	.	41.014	0.000
	PLUVIOSIDADE	-0.013	0.006	-0.323	1.000	-2.155	0.037

Analysis of Variance

	Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
	Regression	30.804	1	30.804	4.645	0.037
	Residual	265.247	40	6.631		

ONÍVOROS

Phyllostomus discolor (não-significativo)

Dependent Variable ICC. Forward stepwise with Alpha-to-Enter=0.150 and Alpha-to-Remove=0.150

Step # 0 R = 0.000 R-Square = 0.000

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
Out								
		Part. Corr.						
2	FLORES	0.106	.	.	1.00000	1	0.192	0.667
3	FRUTOS	-0.239	.	.	1.00000	1	1.026	0.325
4	PLUVIOSIDADE	-0.037	.	.	1.00000	1	0.023	0.880
5	TEMP_MAXIMA	-0.096	.	.	1.00000	1	0.157	0.696
6	TEMP_MINIMA	-0.181	.	.	1.00000	1	0.577	0.458

Nothing to do!

Dep Var: ICC N: 19 Multiple R: 0.000 Squared multiple R: 0.000

Adjusted squared multiple R: 0.000 Standard error of estimate: 6.299

Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tolerance	t	P(2 Tail)
CONSTANT	60.146	1.445	0.000	.	41.621	0.000

Phyllostomus hastatus (não-significativo)

Dependent Variable IC. Forward stepwise with Alpha-to-Enter=0.150 and Alpha-to-Remove=0.150

Step # 0 R = 0.000 R-Square = 0.000

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
Out								
		Part. Corr.						
2	FLORES	-0.304	.	.	1.00000	1	1.728	0.206
3	FRUTOS	-0.055	.	.	1.00000	1	0.052	0.822
4	PLUVIOSIDADE	0.084	.	.	1.00000	1	0.121	0.733
5	TEMP_MAXIMA	-0.088	.	.	1.00000	1	0.131	0.722
6	TEMP_MINIMA	-0.149	.	.	1.00000	1	0.386	0.543

Nothing to do!

Dep Var: ICC N: 19 Multiple R: 0.000 Squared multiple R: 0.000

Adjusted squared multiple R: 0.000 Standard error of estimate: 14.965

Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tolerance	t	P(2 Tail)
CONSTANT	103.109	3.433	0.000	.	30.033	0.000

FRUGÍVOROS

Carollia perspicillata (não-significativo)

Dependent Variable ICC. Forward stepwise with Alpha-to-Enter=0.150 and Alpha-to-Remove=0.150

Step # 0 R = 0.000 R-Square = 0.000

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
Out		Part. Corr.						
2	FLORES	-0.039	.	.	1.00000	1	0.060	0.808
3	FRUTOS	0.217	.	.	1.00000	1	1.972	0.168
4	PLUVIOSIDADE	0.109	.	.	1.00000	1	0.481	0.492
5	TEMP_MAXIMA	0.191	.	.	1.00000	1	1.515	0.226
6	TEMP_MINIMA	0.255	.	.	1.00000	1	2.784	0.103

Step # 1 R = 0.255 R-Square = 0.065

Term entered: TEMP_MINIMA

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
6	TEMP_MINIMA	0.407	0.244	0.255	1.00000	1	2.784	0.103
Out		Part. Corr.						
2	FLORES	0.008	.	.	0.96773	1	0.002	0.963
3	FRUTOS	0.101	.	.	0.72749	1	0.405	0.528
4	PLUVIOSIDADE	-0.112	.	.	0.47958	1	0.496	0.485
5	TEMP_MAXIMA	-0.138	.	.	0.12638	1	0.756	0.390

Dep Var: ICC N: 42 Multiple R: 0.255 Squared multiple R: 0.065

Adjusted squared multiple R: 0.042 Standard error of estimate: 3.253

Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tolerance	t	P(2 Tail)
CONSTANT	30.073	7.643	0.000	.	3.934	0.000
TEMP_MINIMA	0.407	0.244	0.255	1.000	1.669	0.103

Analysis of Variance

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Regression	29.461	1	29.461	2.784	0.103
Residual	423.225	40	10.581		

Artibeus lituratus (não-significativo)

Dependent Variable ICC. Forward stepwise with Alpha-to-Enter=0.150 and Alpha-to-Remove=0.150

Step # 0 R = 0.000 R-Square = 0.000

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
Out								
		Part. Corr.						
2	PLUVIOSIDADE	-0.011	.	.	1.00000	1	0.004	0.950
3	TEMP_MAXIMA	-0.064	.	.	1.00000	1	0.136	0.715
4	TEMP_MINIMA	-0.107	.	.	1.00000	1	0.380	0.542
5	FRUTOS	0.196	.	.	1.00000	1	1.316	0.259
6	FLORES	-0.050	.	.	1.00000	1	0.081	0.777

Nothing to do!

Dep Var: ICC N: 35 Multiple R: 0.000 Squared multiple R: 0.000

Adjusted squared multiple R: 0.000 Standard error of estimate: 15.915

Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tolerance	t	P(2 Tail)
CONSTANT	85.236	2.690	0.000	.	31.685	0.000

Artibeus planirostris (não-significativo)

Dependent Variable ICC. Forward stepwise with Alpha-to-Enter=0.150 and Alpha-to-Remove=0.150

Step # 0 R = 0.000 R-Square = 0.000

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
Out								
		Part. Corr.						
2	PLUVIOSIDADE	-0.054	.	.	1.00000	1	0.133	0.717
3	TEMP_MAXIMA	-0.077	.	.	1.00000	1	0.267	0.608
4	TEMP_MINIMA	-0.124	.	.	1.00000	1	0.700	0.407
5	FRUTOS	-0.040	.	.	1.00000	1	0.071	0.791
6	FLORES	-0.118	.	.	1.00000	1	0.634	0.430

Nothing to do!

Dep Var: ICC N: 47 Multiple R: 0.000 Squared multiple R: 0.000

Adjusted squared multiple R: 0.000 Standard error of estimate: 3.717

Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tolerance	t	P(2 Tail)
CONSTANT	73.341	0.542	0.000	.	135.271	0.000

Platyrrhinus incarum (não-significativo)

Dependent Variable ICC. Forward stepwise with Alpha-to-Enter=0.150 and Alpha-to-Remove=0.150

Step # 0 R = 0.000 R-Square = 0.000

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
Out								
		Part. Corr.						
2	FLORES	0.207	.	.	1.00000	1	0.224	0.656
3	FRUTOS	0.389	.	.	1.00000	1	0.894	0.388
4	PLUVIOSIDADE	0.303	.	.	1.00000	1	0.507	0.508
5	TEMP_MAXIMA	0.560	.	.	1.00000	1	2.290	0.191
6	TEMP_MINIMA	0.555	.	.	1.00000	1	2.223	0.196

Nothing to do!

Dep Var: ICC N: 7 Multiple R: 0.000 Squared multiple R: 0.000

Adjusted squared multiple R: 0.000 Standard error of estimate: 20.360

Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tolerance	t	P(2 Tail)
CONSTANT	49.623	7.695	0.000	.	6.448	0.001

Platyrrhinus lineatus (não-significativo)

Dependent Variable ICC. Forward stepwise with Alpha-to-Enter=0.150 and Alpha-to-Remove=0.150

Step # 0 R = 0.000 R-Square = 0.000

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
Out		Part. Corr.						
2	FLORES	-0.234	.	.	1.00000	1	2.482	0.122
3	FRUTOS	-0.209	.	.	1.00000	1	1.974	0.167
4	PLUVIOSIDADE	0.174	.	.	1.00000	1	1.343	0.253
5	TEMP_MAXIMA	0.024	.	.	1.00000	1	0.024	0.877
6	TEMP_MINIMA	0.005	.	.	1.00000	1	0.001	0.974

Step # 1 R = 0.234 R-Square = 0.055

Term entered: FLORES

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
2	FLORES	-0.808	0.513	-0.234	1.00000	1	2.482	0.122
Out								
		Part. Corr.						
3	FRUTOS	-0.242	.	.	0.98897	1	2.613	0.113
4	PLUVIOSIDADE	0.026	.	.	0.55797	1	0.028	0.868
5	TEMP_MAXIMA	-0.064	.	.	0.87616	1	0.174	0.679
6	TEMP_MINIMA	-0.025	.	.	0.98403	1	0.027	0.870

Step # 2 R = 0.332 R-Square = 0.110

Term entered: FRUTOS

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
2	FLORES	-0.894	0.506	-0.258	0.98897	1	3.117	0.085
3	FRUTOS	-1.076	0.665	-0.237	0.98897	1	2.613	0.113
Out								
		Part. Corr.						
4	PLUVIOSIDADE	0.133	.	.	0.47555	1	0.734	0.396
5	TEMP_MAXIMA	0.092	.	.	0.59321	1	0.349	0.558
6	TEMP_MINIMA	0.130	.	.	0.69420	1	0.704	0.406

Dep Var: ICC N: 45 Multiple R: 0.332 Squared multiple R: 0.110

Adjusted squared multiple R: 0.068 Standard error of estimate: 4.568

Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tolerance	t	P(2 Tail)
CONSTANT	54.893	2.657	0.000	.	20.662	0.000
FLORES	-0.894	0.506	-0.258	0.989	-1.766	0.085
FRUTOS	-1.076	0.665	-0.237	0.989	-1.617	0.113

Analysis of Variance

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Regression	108.246	2	54.123	2.594	0.087
Residual	876.267	42	20.863		

Sturnira lilium (efeito positivo TEMP-MÁX; efeito negativo FRUTOS)

Dependent Variable ICC. Forward stepwise with Alpha-to-Enter=0.150 and Alpha-to-Remove=0.150

Step # 0 R = 0.000 R-Square = 0.000

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
Out		Part. Corr.						
2	FLORES	0.033	.	.	1.00000	1	0.047	0.830
3	FRUTOS	-0.220	.	.	1.00000	1	2.228	0.143
4	PLUVIOSIDADE	0.140	.	.	1.00000	1	0.880	0.353
5	TEMP_MAXIMA	0.126	.	.	1.00000	1	0.706	0.405
6	TEMP_MINIMA	0.102	.	.	1.00000	1	0.461	0.501

Step # 1 R = 0.220 R-Square = 0.048

Term entered: FRUTOS

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
3	FRUTOS	-0.910	0.610	-0.220	1.00000	1	2.228	0.143
Out		Part. Corr.						
2	FLORES	0.018	.	.	0.99516	1	0.013	0.908
4	PLUVIOSIDADE	0.233	.	.	0.88642	1	2.468	0.124
5	TEMP_MAXIMA	0.314	.	.	0.67349	1	4.692	0.036
6	TEMP_MINIMA	0.281	.	.	0.67978	1	3.690	0.061

Step # 2 R = 0.377 R-Square = 0.142

Term entered: TEMP_MAXIMA

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tol.	df	F	'P'
In								
1	Constant							
3	FRUTOS	-1.794	0.714	-0.433	0.67349	1	6.316	0.016
5	TEMP_MAXIMA	0.621	0.287	0.373	0.67349	1	4.692	0.036
Out		Part. Corr.						
2	FLORES	0.147	.	.	0.86748	1	0.924	0.342
4	PLUVIOSIDADE	-0.055	.	.	0.26964	1	0.126	0.724
6	TEMP_MINIMA	-0.007	.	.	0.12206	1	0.002	0.962

Dep Var: ICC **N: 46** Multiple R: 0.377 **Squared multiple R: 0.142**

Adjusted squared multiple R: 0.102 Standard error of estimate: 4.160

	Effect	Coefficient	Std Error	Std Coef	Tolerance	t	P(2 Tail)
	CONSTANT	36.053	4.959	0.000	.	7.270	0.000
	FRUTOS	-1.794	0.714	-0.433	0.673	-2.513	0.016
	TEMP_MAXIMA	0.621	0.287	0.373	0.673	2.166	0.036

Analysis of Variance

	Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
	Regression	122.983	2	61.492	3.554	0.037
	Residual	743.998	43	17.302		