Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Biologia

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais

Herbivoria e Fogo: seus efeitos em *Chamaecrista neesiana* (Mart. ex. Benth.) I. & B. (Caesalpinoidea) na vegetação de Cerrado.

Rivane Neumann Simão

2005

Rivane Neumann Simão

Herbivoria e Fogo: seus efeitos em *Chamaecrista neesiana* (Mart. ex. Benth.) I. & B. (Caesalpinoidea) na vegetação de Cerrado.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Orientador

Prof. Dr. Kleber Del Claro

UBERLÂNDIA
Junho – 2005

Dedico todo meu esforço às pessoas
que sempre acreditaram, apostaram e
ajudaram-me.
Aos meus pais, Romenos e Rosa,
minha Boadrasta, Sandra,
meus irmãos, Raíssa, Romenos e Beatriz,
ao meu padrinho, Eduardo Parente,
à Deus por me dar o dom da determinação
e principalmente a minha teimosia
para lutar pelo que quero e acredito
ser o melhor para mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, coragem e vontade de lutar pelos meus objetivos.

Aos meus pais, boadrasta e irmãos, por me apoiarem em minhas decisões, me auxiliarem em minhas dúvidas e me segurarem em meus tombos. À minha mamãe, quem me agüentou, investiu, apostou e acreditou em até onde eu quero e posso chegar. Ao meu pai e minha boadrasta, que me mostraram os problemas que eu poderia enfrentar nesta batalha, mas nunca deixaram de me abraçar quando precisei. Aos meus três amados irmãos, Rai, Nyl e Bia, que me incentivaram e deram forças para eu continuar perante os desafios, que não foram poucos.

Ao meu padrinho Eduardo Parente, quem sempre acreditou e apostou em meu potencial.

Aos meus familiares que me ajudaram a rir nos momentos de alegria e me envolveram em seus braços nos momentos de angustia, ansiedade e tristeza.

Aos meus eternos e adorados - Kalinin Fernandes, Saulo Suassuna, Álvaro Artur, Aricéia Ribeiro, Patrícia Barbosa, Samantha Assis, Leonardo Souza, Leonidas Souza, Lourdes Elmoor (a quem devo a dica de procurar o meu atual orientador), Eduardo Simão, Letícia Simão, Aline Medeiros, Renato Queiroz, Fellipe Neumann, Murillo Neumann, João Henrique Júnior, Raíssa Simão, Romenos Arantes, Gilberlândia, Márcia Neumann e Jorge Romão – amigos, primos, irmãos, tias e avô que nunca hesitaram em me ouvir e me ajudaram a ver o melhor caminho a seguir.

A meus tios Romério e Júlia Mara, Maria Amélia, Valéria, Edson, aos meus primos Cristiane e Carlos, Rafael, Renata, Thaís, Thatiana, Laís e Moacir Alfredo, que me deram todo o apoio quando cheguei à cidade de Uberlândia – MG, onde, embora tenha muitos parentes, era uma cidade e uma vida completamente novas.

Aos colegas que fiz em Uberlândia, os quais me ajudaram a superar a ausência da família, com churrascos, festas, brigas, intrigas, fofocas, irritações... Mas acima de tudo muita alegria. Auxiliaram-me nos dias difíceis e acordaram cedo para ir ao campo comigo.

Ao meu orientador Dr. Kleber Del-Claro, por acreditar em mim, mesmo sem me conhecer, me oferecendo uma oportunidade de alcançar mais um dos meus objetivos, me aceitando como sua orientada. Ao medo que senti dele, pois isso me fez crescer, e

quando o medo foi vencido, percebi que nele tinha um apoio numa cidade desconhecida. À sua mulher, Maura Helena, por cuidar de mim quando fiquei doente e por sua presteza sempre que recorri.

Aos colegas de laboratório Ana Paula Korndorfer, Everton Tizzo, Wilton Pereira, Marcela Yamamoto, Jonas Byk e Wilson, por me ajudarem em campo, não colocando dificuldades em me acompanhar nas árduas manhãs ensolaradas e secas de Uberlândia, além de me auxiliarem em dúvidas e questionamentos acerca do meu projeto da dissertação.

Aos colegas Khelma Torga, Renata Pacheco, Luciano Leone, Alexandre Franchin, Ronan Caldeira, Daniela Simão, Clesnan, Estefane, Jackeline Bonfim, Julio César, Wagner Rodrigues e Kelly por me darem mãos, pés e suor, em longas e intermináveis manhãs quentes no campo.

Ao colega Cauê Lopes, por além de ir junto a mim inúmeras vezes ao campo, discutimos cada procedimento de meu experimento, me auxiliando a definir a melhor metodologia a ser utilizada em determinadas situações. E a me ensinar a gostar do que fiz a ponto de eu querer dar continuidade e este estudo.

Ao amigo Ricardo Ildefonso, pelas longas caminhadas dos sábados à tarde seguidas de água de coco, pelas intermináveis conversas, pelas incansáveis risadas e por me mostrar uma outra forma de ver a vida, forma esta que adaptei aos meus valores e tento seguir, pois assim estou bem mais feliz.

Às amigas Solange Augusto e Claudia Inês, por me darem força em todos os momentos que apareci na sala delas e sempre que precisei de uma palavra amiga, elas estavam comigo.

Aos professores Heraldo Vasconcelos, Paulo Eugênio, Glauco Machado, Oswaldo Júnior e sua esposa, Bete e à professora Neuza, pela ajuda, incentivo, discussões e idéias que me auxiliaram durante a jornada do mestrado.

À secretaria do curso de Pós-graduação Maria Angélica, que sempre me atendeu com presteza, na hora em que precisei.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma participaram da minha vida nestes dois anos e meio que morei em Uberlândia lutando para alcançar mais um degrau dos vários que ainda quero subir.

À Universidade Federal de Uberlândia – UFU, instituição onde tirei meu título de Mestre. Pela bolsa de monitoria que me foi dada nos dois últimos semestres, me auxiliando nas despesas com a pesquisa. Ao transporte que me foi cedido todas as vezes que requeri. Ao Laboratório de Meteorologia da UFU, o qual me cedeu os dados de clima, precipitação e temperatura para a realização desta tese.

SUMÁRIO

Página

1 INTRODUÇÃO 1

2. MATERIAL E MÉTODOS..... ...7

3 RESULTADOS..... 16

4 DISCUSSÃO.....27

5. CONCLUSÕES 32

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 33

RESUMO

SIMÃO, R.N. 2005. Herbivoria e Fogo: seus efeitos em *Chamaecrista neesiana* (Mart. ex. Benth.) I. & B. (Caesalpinoidea) na vegetação de Cerrado. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia - UFU. Uberlândia – MG. 41p

A herbivoria, fato de animais se alimentarem do todo, de exsudações, de tecidos ou partes de plantas, é apontada como um ponto importante na estruturação e diversidade da vegetação. Esta pode ser influenciada por diversos fatores dentre eles destacam-se a sazonalidade, a variação espacial, o ambiente e as interações planta-herbívoro-predador. Espécies nativas do Cerrado são, também, influenciadas pelo fogo. Como resposta ao ataque de herbívoros, as plantas apresentam diferentes estratégias de defesa, podendo ser químicas, físicas e/ou bióticas. O objetivo principal desse estudo foi avaliar o impacto da ação de herbívoros em *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea), nos períodos pré e pós-queimada natural, buscando compreender o papel da variação fenológica da planta em resposta à herbivoria e à ação do fogo. O estudo foi realizado no Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Uberlândia-MG, em duas etapas. A primeira, pré-fogo (Junho a Setembro de 2004) e a segunda, pós-fogo (Novembro de 2004 a Fevereiro de 2005). A queimada ocorreu de forma acidental na reserva de estudo no mês de outubro de 2004. Foram marcadas para o estudo 46 plantas de *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea) divididas em dois grupos: um Grupo Controle (n=21; sem remoção de herbívoros) e o outro Grupo Tratamento (n=25; com remoção de herbívoros). A remoção de herbívoros foi feita pela aplicação semanal de inseticida, não contendendo compostos à base de nitrogênio ou fósforo para que não houvesse adubação involuntária das plantas. A aplicação do inseticida se deu com o ensacamento das plantas durante cinco minutos para, além de proteger plantas vizinhas, aumentar a eficácia do produto. Houve também a remoção manual dos insetos no Grupo Tratamento. Insetos também foram coletados em plantas não marcadas, através dos procedimentos de batimento e coleta manual. Foi feita a medida visual mensal da herbivoria, utilizando-se um Grid de comparação pela divisão virtual em oito pedaços dos folíolos de *C. neesiana*. Mensalmente observaram-se, também, os dados fenológicos, bem como os crescimentos vertical e lateral. Foi observada a presença de glândulas de óleo em folhas jovens, para verificar sua função foram montados 20 armadilhas contendo somente água e detergente em seu interior e outras 20 foram lambuzadas nas bordas com o óleo de folhas jovens. A taxa de herbivoria foi menor no grupo protegido contra ação de herbívoros bem como após a queima, sugerimos que este fato se deve à maior produção de folhas jovens após a queimada, pois em folhas jovens há a produção de glândulas de óleo, as quais constatou-se servirem como defesa aos insetos, pela coleta de maior abundância em armadilhas sem óleo. Desta forma, constatou-se que há maior suseptibilidade a herbivoria foliar nos estágios mais maduros. Não houve efeito compensatório da herbivoria em *C. neesiana*, pois seu crescimento vertical e horizontal não diferiu nos grupos (remoção ou não de herbívoros). Em relação à fenologia *C. neesiana*, apresentou seu pico de floração durante a estação seca (pré-fogo), coincidindo com a maior diversidade de insetos, como resposta ao fogo houve antecipação da floração após a queima nos anod de 2003 e 2005 (depois do fogo) e ocorreu de forma gradativa, diferente do ano de 2004 (antes do fogo) quando a floração ocorreu em forma de boom.

PALAVRAS CHAVE: herbivoria, insetos herbívoros, interação inseto-planta, fogo, fenologia, desenvolvimento das plantas.

ABSTRACT

SIMÃO, R.N. 2005. Herbivory and Fire: their effects in *Chamaecrista neesiana* (Mart.ex. Benth.) I. & B. (Caesalpinoidea) in Cerrado vegetation. Thesis for Master Degree. UFU. Uberlândia-MG. 41p

Herbivory, fact of animals feeding all, exudations, tissues or parts of plants, is pointed like one of the most important points in the vegetation structuralization and diversity. That can be influenced by some factors, the most importants are seasonality, spatial variation, environment and plant-herbivory-predator interactions. Native species from Cerrado are also influenced by fire. In response to herbivory attack, the plants have different defenses strategies, it can be chemical, physical and/or biotic. The aim of this study was analyze the impact of herbivory action in *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea), in pre and post natural burn periods, trying to understand the phenologic variation importance to the plant in response to herbivory and fire damage. The study was conducted in Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Uberlândia-MG, in two stages. Firstly, pre-fire (June to September, 2004) and the second, post-fire (November, 2004 to February, 2005). The Burn occurred accidentally in the study reserve in October, 2004. For the study was marked 46 plants of *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea) shared in two groups: the Control one (n=21; without herbivorous insects removal) and the Treatment one (n=25; with herbivorous insects removal). On the plants with herbivorous removal was sprayed weekly a non-nitrogen and non-phophorus–based insecticide. This kind of insecticide was used to do not have plants unnatural fertilization. The application of the insecticide occurs by covering the plants with a plastic during five minutes for, more than neighbor plants protection, increases the product effectiveness. The removal of herbivorous insects in Treatment Group occurs also by manual removal. The insects were also collected in non-marked plants, by the beating method and manual collection. The herbivory was measured monthly by visual measure, using a Grid for comparison by the virtual sharing, in eight parts, on the leaf of *C. neesiana*. Monthly was also observed the phenology dates, the vertical and lateral growing. On the young leafs was observed a lot of oil gland, to verify their function was get on 20 control pitfalls with water and detergent and others 20 was dirty on the edge of the pitfalls with this oil. The herbivory tax was smaller in the protected against herbivorous insects group than the non-protected one, and after the burn. We suggest that this fact occur because of the higher production of young leafs after burn, that happens because in the young leafs have the oil gland production, and we found that this oil gland works like a natural defense by insects, by the collection of more abundance in pitfalls without oil. On this way, was verified more susceptibility to foliar herbivory in mature stages. In *C. neesiana*, was not found compensatory effect of herbivory, because the vertical and lateral growing do not differ in the both groups (with and without herbivorous insect removal). The phenology showed the boom during the dry season (pre-fire), in the same period of the biggest diversity of insects, and in response to fire the flowering was anticipate in the years 2003 and 2005 (after burning) and occurred gradually, differently the year 2005 (before burning) that the flowering occurred in boom.

KEY-WORDS: herbivory, herbivorous insects, insect-plant interaction, fire, phenology, plant development.

INTRODUÇÃO

A ampla distribuição das plantas, principalmente das fanerógamas, no mundo todo, depende de fatores geográficos como, por exemplo, a topografia, a química, textura e idade do solo; fatores climáticos que incluem a disponibilidade de água e amplitude térmica; e fatores bióticos, principalmente aqueles relacionados a interações, como competição e herbivoria (Ricklefs, 2003; Raven *et al*, 2001; Oliveira e Marquis, 2002). A herbivoria, fato de animais se alimentarem do todo, de exsudações, de tecidos ou partes de plantas (Crawley, 1983; Price *et al*, 1980; Marquis e Braker, 1994), é apontada como um importante fator na estruturação e diversidade da vegetação. Assim sendo, produtores, como principal fonte de alimento dos consumidores primários (Price *et al*, 1980; Marquis e Braker, 1994; Graidzinski, 1995; Ricklefs, 2003), podem ter sua taxa de crescimento, sobrevivência e reprodução afetadas pela ação dos herbívoros (Crawley, 1983; Marquis e Braker, 1994; Del-Claro, 2004; Oliveira e Del-Claro, 2005).

A herbivoria pode ser influenciada por diversos fatores. Dentre eles destacam-se a sazonalidade, a variação espacial, o ambiente e as interações planta-herbívoro-predador. Marquis e Braker (1994) sugeriram, a partir de estudos desenvolvidos nas florestas tropicais da América Central, que a baixa taxa de herbivoria no período chuvoso em arbustos de *Piper aricianum* (Piperaceae), pode ter ocorrido devido à diminuição no número de insetos alados. Tal suposição provém do fato de que a chuva atrapalha a atividade do vôo, e conseqüentemente, diminui a taxa de ovoposição por insetos voadores.

A distribuição espacial da população da planta também influencia na taxa de herbivoria. Havendo distribuição agregada ocorrerá maior disponibilidade de recurso numa mesma área, facilitando aos animais achar a planta pelo aglomerado de flores ou pela intensidade de seu odor (Landau *et al*, 1998). Para animais que utilizam “imagem de procura”, por exemplo, a distribuição agregada também auxilia na localização de populações (Strong *et al*, 1984; Marquis e Braker, 1994; Krebs e Davies, 1996; Cornelissen e Fernandes, 2003).

A susceptibilidade das plantas à herbivoria é, também, muito influenciada pelo ambiente onde elas se encontram. Se o solo da área for muito pobre em nutrientes, haverá diminuição da taxa de crescimento da planta, aumento na longevidade das folhas e investimento em raízes profundas (Crawley, 1989; Marquis e Braker, 1994). Esta escassez pode, também, induzir a uma baixa qualidade dos tecidos da planta e a um maior investimento em defesa contra herbívoros (Crawley, 1989; Marquis e Braker, 1994). Esse processo age como um “trade-off” (“disputa” de interesses), ou seja, como a planta não tem muito recurso nutricional há um maior investimento em um fator em detrimento de outros (Crawley, 1989).

As interações entre planta-herbívoro-predador são de grande importância para o controle da herbivoria. É sabido que a maior qualidade da planta implica no aumento da diversidade de insetos herbívoros (Crawley, 1983; Marquis e Braker, 1994; Landau *et al*, 1998; Nowierski *et al*, 1999). Plantas mais palatáveis e de mais fácil digestão atraem maior quantidade de insetos (Crawley, 1989; Marquis e Braker, 1994). Por sua vez, a grande diversidade de herbívoros aumenta a abundância de animais que os predam (predadores). Este processo é conhecido como Efeito “bottom-up” (Morin, 1999; Wimp e Whitham, 2001; Herendeen, 2004; Methratta, 2004). No sentido inverso, tem-se que a grande quantidade de predadores influencia na diminuição de herbívoros. Desta forma, a planta, sendo menos consumida, pode investir mais em outros fatores que não a substituição de suas partes perdidas (“trade-off”). Este processo é chamado Efeito “top-down” (Morin, 1999; Wimp e Whitham, 2001; Herendeen, 2004; Methratta, 2004). Os efeitos “bottom-up” e “top-down” podem ocorrer de forma cíclica, sempre tendendo ao equilíbrio da comunidade (Morin, 1999; Wimp e Whitham, 2001; Herendeen, 2004; Methratta, 2004).

Animais herbívoros que se alimentam de partes da planta - flores, frutos, néctar, pólen, raízes ou seiva – afetando sua taxa de crescimento, são considerados herbívoros parasitas. Mas animais que consomem toda a planta, excluindo-a da população, são chamados de herbívoros predadores (Crawley, 1983; Marquis e Braker, 1994). Em resposta aos danos causados pelos herbívoros as plantas possuem diversas defesas, tais como: a) químicas, como a redução na digestibilidade dos tecidos, a produção de toxinas ou liberação de sinais voláteis para atrair predadores ou

parasitóides de seus herbívoros, a produção de glândulas de óleo que podem servir para que os animais fiquem presos sendo atrativo para os predadores (Dicke e Sabelis, 1988; Kelly, 1998; Landau *et al*, 1998; Tulings *et al*, 1990 *veja* Wäckers *et al*, 2001; Karban e Agrawal, 2002; Romero e Vasconcellos-Neto, 2004); b) físicas, produzindo tricomas e/ou espinhos (Marquis e Braker, 1994) e c) bióticas, através, por exemplo, da associação mutualística com formigas, pela produção de nectários extraflorais (Del-Claro, 1995; Brody, 1997; Wimp e Whitham, 2001).

Segundo a hipótese de Hairston, Smith e Slobodkin (Hipótese HSS - veja Morin, 1999), os herbívoros não são limitados pela disponibilidade de recursos, pois há grande disponibilidade desses, mas por seus predadores que, junto com os demais níveis tróficos (produtores e decompositores) são limitados por seus recursos (Crawley, 1983; Morin, 1999). Em contrapartida, se os herbívoros não são limitados pela disponibilidade de recursos, então as populações desses insetos poderão crescer de forma exponencial e tão rapidamente que poderão diminuir drasticamente a abundância da vegetação (Crawley, 1983). Desta forma, alguns autores defendem a idéia de que herbívoros também são limitados pela disponibilidade de recursos (Crawley, 1983), mesmo porque as plantas possuem adaptações que as defende de seus predadores. Assim a interação dos herbívoros com seus predadores e com as plantas mantém a coevolução neste sistema, que é um dos processos mais importantes na organização da biodiversidade (Thompson, 1999).

Em seu estudo no Cerrado, Oliveira (1998) mostra que a produção de flores e frutos pode ocorrer em algumas espécies vegetais, durante todo o ano. Assim, a limitação se dá diretamente às atividades dos herbívoros e não somente pela limitação de recursos oferecidos pelas plantas. Mesmo assim alguns autores ainda defendem que o pico na abundância de herbívoros ocorre com a maior produção de folhas novas, o que, nos Cerrados, se dá no início da estação chuvosa (Marquis *et al*, 2002).

O Cerrado é caracterizado por possuir duas estações bem típicas: invernos secos e verões chuvosos (Oliveira e Marquis, 2002). Sua vegetação apresenta fisionomias que vão desde campos – predominância de espécies herbáceas e arbustivas com poucas ou ausência de árvores – até formações florestais – com predomínio de espécies arbóreas, cuja formação de dossel pode ou não ser contínua

(Oliveira *e* Marquis, 2002). Esse bioma é muito biodiverso, e quanto mais espécies, maior o número de interações potenciais (Morin, 1999). Estudos feitos com lepidópteras na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília demonstraram que em 40 espécies de plantas foram coletados 415 espécies de lagartas de lepidópteros (Marquis *et al*, 2002), mostrado um grande leque de interações.

Nas Savanas tropicais um dos principais fatores da composição e dinâmica de espécies é o fogo (Coutinho, 1979; Whelan, 1997; Ferraz-Vicentini, 1999; Miranda *et al*, 2002; Oliveira e Marquis, 2002). O primeiro registro de fogo no Cerrado data de mais de 32.400 anos antes do presente, no estado de Goiás (Miranda *et al*, 2002). As causas de queimadas podem ser de diversas origens. As queimadas mais comuns são devido a descargas elétricas ou ação humana (Coutinho, 1980). Alguns dos primeiros pesquisadores acerca do papel do fogo como fator modificador da paisagem vegetal já salientavam a importância do fogo para a formação de savanas e campos (Saint Hilaire, 1824 *veja* Coutinho, 1980). Estudos mostram que com a ausência de queimadas e outras perturbações, os Cerrados dariam lugar às florestas tropicais (Rawits, 1942 *veja* Coutinho, 1980; Oliveira e Marquis, 2002), pois a existência de grande umidade acessível às plantas nas camadas profundas do solo comprova que as vegetações savânica e campestre não correspondem às condições naturais, tão pouco ao clímax da região (Rawits, 1944 *veja* Coutinho, 1980; Oliveira e Marquis, 2002; Méio *et al*, 2003). Os efeitos do fogo sobre o Cerrado não se detêm somente à morte de espécies, vegetais e animais, e os danos causados direta e indiretamente a eles. Logo após a queima há um aumento na concentração de nutrientes nas camadas mais superficiais do solo (retornando ao estado inicial dentro de aproximadamente quatro meses) e a diminuição da aluminotoxidade (Cavalcanti, 1978).

Como adaptação às queimadas e à seca as plantas apresentam alguns dispositivos de proteção. A abscisão simultânea de muitas folhas das árvores e arbustos (Coutinho, 1980), diminuição do crescimento em prol de floração e frutificação (aparência de nanismo) (Coutinho, 1980) e a tortuosidade acentuada das árvores (aparentemente pela morte de gemas apicais causadas pelo fogo e conseqüente desenvolvimento de gemas laterais) (Ferri, 1971; Rizzini, 1971; Eiten, 1972; Warming, 1908 *veja* Coutinho, 1980), são exemplos desta adaptação. Em algumas espécies a

existência de túnicas, troncos subterrâneos, xilopódios, rizomas, raízes tuberosas e bulbo (Rachid-Edwards, 1956), além de folhas coreáceas e presença de cortiça nos troncos das árvores, evitam elevada perda de água e possibilitam maior resistência ao aumento da temperatura, fenômeno freqüente no Cerrado.

Embora o Cerrado represente, originalmente, 23% do território nacional (Ribeiro e Walter, 1998) e apresente grande diversidade (Marquis *et al*, 2002), ainda são poucos os estudos que enriquecem o conhecimento acerca das interações inseto-planta neste bioma. As interações entre espécies são a base fundamental da evolução e biodiversidade. As interações inseto-planta no Cerrado são importantes para manter a grande diversidade, e compreender estas interações pode ser a melhor maneira de conservá-lo (Morin, 1999; Thompson, 1999).

Este estudo teve como objeto uma espécie do gênero *Chamaecrista* que é um dos maiores gêneros da subfamília Caesalpinoideae (família Leguminoseacea), sendo representado nas Américas por aproximadamente 239 espécies (Conceição *et al*, 2001). No Brasil, existem cerca de 232, sendo que aproximadamente 100 espécies são encontradas no Cerrado (Conceição *et al*, 2001; Bortoluzzi *et al.*, 2002). A espécie *Chamaecrista neesiana* (Mart. ex. Benth.) H.S. Irwin & Barneby é um arbusto comum nas Savanas do Triângulo Mineiro (**Figura 1**). Os indivíduos têm aproximadamente 1m de altura, as folhas são alternas com folíolos opostos, muito pilosos e as folhas jovens possuem grande quantidade de glândulas de óleo. Suas flores são amarelas, pentâmera sendo uma das pétalas modificada formando um tubo, facilitando a coleta de pólen por abelhas vibradoras (Sodré, 2002). Os estames são isostêmones, com anteras poricidas, o que evidencia a importância das abelhas vibradoras na polinização da planta (Sodré, 2002).

O objetivo principal desse estudo foi avaliar o impacto da ação de herbívoros em *C. neesiana*, em períodos pré e pós-queimada natural, buscando compreender o modo da variação fenológica da planta em resposta à herbivoria e à ação do fogo.

Figura 1 – Planta de *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoideae) no Cerrado do Triângulo Mineiro. Representando as diferentes fases florais (botões fechados e em pré-antese, flores novas e velhas e frutos imaturos) em um mesmo indivíduo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo. O estudo foi realizado no Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU) – MG (18°59'S, 48°18'W). O clube compreende 640 hectares de Cerrado e está localizado a aproximadamente 5Km oeste do perímetro urbano de Uberlândia. A vegetação na área de Cerrado do CCPIU é composta por Cerrado *stricto sensu*, que é atravessado por uma extensa vereda, além de apresentar um gradiente de Campo Sujo à vegetação dominante. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Aw e se caracteriza por possuir duas estações bem marcadas, com invernos secos (Maio a Setembro) e verões chuvosos (Outubro a Março - veja Appollinário e Schiavini, 2002 para mais detalhes sobre a área de estudo).

O solo na região é geralmente do tipo Latossolo Vermelho-Escuro, álico ou distrófico sendo profundo e bem drenado (EMBRAPA, 1982). O solo nas áreas de estudo é bem arenoso e pobre em serrapilheira, provavelmente pelo fato da vegetação arbórea ser pouco comum (**Figura 2**).

Nos anos de 2002 e 2004, no mês de outubro, a área de cerrado *stricto sensu* (Goodland, 1979; Oliveira e Marquis, 2002) foi intensamente afetada pela passagem acidental do fogo. A vegetação no local do estudo, antes da passagem do fogo em 2004, era formada por arbustos e arvoretas, com cerca de 2,5m e prevalência de arbustos com altura média de 0,50m. Esta caracterização se deve ao fato de que a área ainda estava em estágio de recuperação da queimada anterior (2002).

Como houve o fogo acidental nos dias 09 e 10 de outubro de 2004, o estudo foi dividido em duas etapas: pré e pós-fogo. A primeira etapa, pré-fogo, foi realizada nos meses de Junho/2004 a Setembro/2004. A segunda, pós-fogo, realizou-se nos meses de Novembro/2004 a Fevereiro/2005 (**Figuras 3A, 3B, 3C e 3D**).

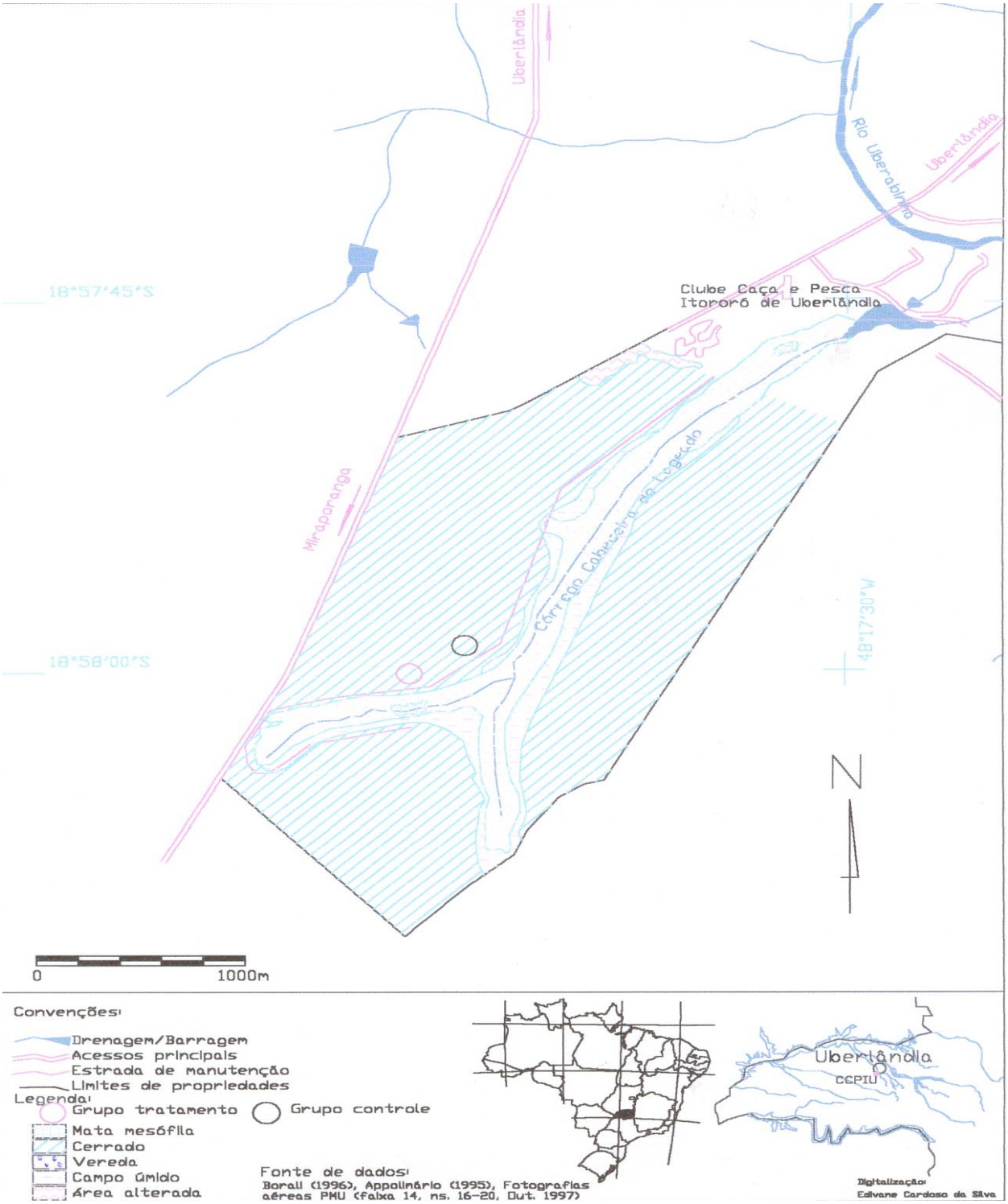


Figura 2 – Mapa ilustrativo da reserva do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Uberlândia-MG. Apresentando as diferentes fisionomias do Bioma Cerrado existentes na reserva, bem como a área com os dois grupos do estudo com a planta *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea).

Figura 3 – Fotos ilustrativas apresentando a área de estudo, com os diferentes grupos estudados da planta *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea), antes e depois da passagem acidental do fogo nos dias 09 e 10 de outubro de 2004 no CCPIU. **A –** Grupo controle (sem remoção de herbívoros) antes da queima acidental; **B -** Grupo tratamento (com remoção de herbívoros) antes da queima acidental; **C –** Grupo controle depois da passagem acidental do fogo; **D –** Grupo tratamento depois da passagem acidental do fogo.

Procedimento. O estudo foi realizado de Fevereiro de 2003 a Fevereiro de 2005. Nos anos de 2003 e 2004 foram realizadas coletas de animais visitantes de *Chamaecrista neesiana* (antes da queimada acidental) e observações dos dados fenológicos da planta. Nos anos de 2004 e 2005 foram realizados coletas dos animais visitantes de C. neesiana, observação dos dados fenológicos e acompanhamento da herbivoria foliar nessa planta.

Para realização do estudo foram marcadas 50 indivíduos de *C. neesiana*. As plantas eram semelhantes em herbivoria inicial, tendo entre 0,50m e 1m de altura e estando em mesmo estágio fenológico inicial. Estes 50 indivíduos foram divididos em

dois grupos, com 25 indivíduos cada um, sendo um Grupo Controle (GC) e o outro Grupo Tratamento (GT).

O Grupo Controle foi mantido ao natural, permitindo assim, que ocorresse todas as interações possíveis, inclusive a herbivoria. Após a passagem do fogo quatro indivíduos do Grupo Controle não brotaram ficando esse grupo com 21 individuos (n=21). No Grupo Tratamento houve a proteção da ação dos insetos herbívoros. Neste grupo não houve modificação quanto ao número de plantas estudadas (n=25). Foi feita uma aplicação semanal de inseticida durante todo o estudo, além da remoção manual de insetos herbívoros, realizada a cada três ou quatro dias, também durante os oito meses de estudo da herbivoria. O inseticida utilizado (tipo SBP® Clorox) não continha compostos à base de nitrogênio ou, fósforo, para que não houvesse adubação involuntária da planta (veja Marquis e Whelan, 1994, como exemplo). A aplicação do inseticida foi feita de maneira a preservar plantas vizinhas de sua ação. Cada planta do Grupo Tratamento, no ato da aplicação do inseticida, foi envolta por um saco plástico (aberto nas duas extremidades), sustentado por quatro estacas de madeira (que foram fixadas ao solo). Quando o inseticida era aplicado na extremidade inferior, a outra extremidade estava fechada com a colocação de outro saco plástico (**Figura 4**), e vice-versa. A cada aplicação do inseticida a planta permanecia coberta durante 5 minutos, aumentando assim a eficácia do produto.

Figura 4 – Foto ilustrativa do ensacamento de um indivíduo do grupo tratamento de plantas de *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea) para aplicação de inseticida.

As áreas com plantas do Grupo Controle e Grupo Tratamento, distavam mais de 10 metros entre si. Evitando desta forma que a manipulação experimental no Grupo Tratamento afetasse a taxa de herbivoria, bem como a diversidade de herbívoros e predadores na área controle. Em todas as 46 plantas foram marcadas 10 folhas jovens para o controle contínuo da taxa de herbivoriapela amarração de fitas amarelas na base das folhas (**Figura 5**). Por observações prévias notamos que as folhas jovens alcançam idade superior a sete meses, por este motivo foram escolhidas folhas jovens para marcação.

Figura 5 – Fotos ilustrativas do processo de leitura visual das plantas de *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea). **A** - Folhas marcadas para leitura visual mensal de herbivoria. **B -** Pesquisadora fazendo a leitura visual mensal da herbivoria.

A taxa de herbivoria foi registrada sem remoção ou manipulação nas folhas, por medida visual por apenas um observador (**Figura 5B**). Isso foi feito para evitar a remoção involuntária de folíolos e para não perturbar os herbívoros das plantas do Grupo Controle. Mensalmente contava-se o número de folíolos por folha marcada e em cada folíolo media-se a herbivoria. Foi utilizado um Grid de comparação pela divisão virtual das folhas em oito pedaços (**Figura 6A**), contaram-se quantos destes oito pedaços estavam faltosos. No final somou-se o total de pedaços faltoso de cada folíolo por folha, tendo o valor de folíolos perdidos por folha (**Figura 6B**), tendo assim a herbivoria foliar. Para verificar se a análise da herbivoria continua não estaria influenciando o resultado, foi realizado um experimento onde analisou-se 30 folhas em

estágio jovem e 30 em estágio maduro e se verificou a taxa de herbivoria em ambos estágios (n=60).

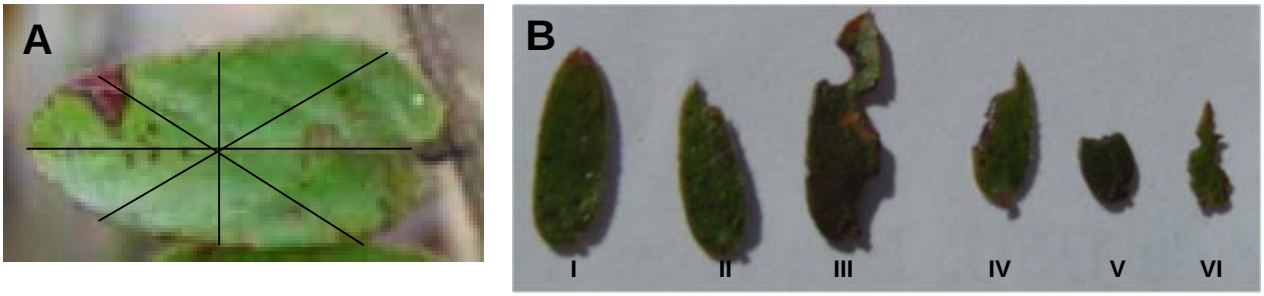


Figura 6 – Fotos ilustrativas mostrando os critérios para a medida visual da taxa de herbivoria dos folíolos de *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea). **A -** Divisão virtual das folhas em oito pedaços. **B** – Grid de comparação de folhas com herbivoria: **I** – Herbivoria zero; **II** – 0,125 (1/8) de herbivoria; **III** – 0,375 (3/8) de herbivoria; **IV** – 0,25 (2/8) de herbivoria; **V** – 0,5 (4/8) de herbivoria e **VI** – 0,75 (6/8) de herbivoria.

Em ambos os grupos, houve a marcação do meristema apical de quatro ramos (**Figura 7**). Um deles, o maior da planta, foi marcado para acompanhamento do crescimento vertical. Os outros três, os mais externos, fez-se à medição em relação ao centro da planta, para verificação do crescimento do raio da copa em *C. neesiana*. Estas medidas foram utilizadas para posterior comparação do crescimento das plantas nos dois grupos.

Figura 7 – Foto ilustrativa representando o método de marcação dos meristemas (fita cinza) e das folhas (fitas amarelas), para acompanhamento do crescimento vertical e de copa das plantas e da medida da taxa de herbivoria em *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea).

Os dados fenológicos das plantas marcadas também foram observados. Utilizou-se a metodologia sugerida por Ribeiro e Castro (1986), para comparar a fenologia ao longo dos anos de 2003 a 2005, nos períodos antes e depois do fogo. Contou-se o número de botões florais (novos e em pré-antese), flores novas e velhas, frutos, número total de ramos, além de verificar a presença e ausência de folhas jovens, maduras e senescentes (**Figura 8**).

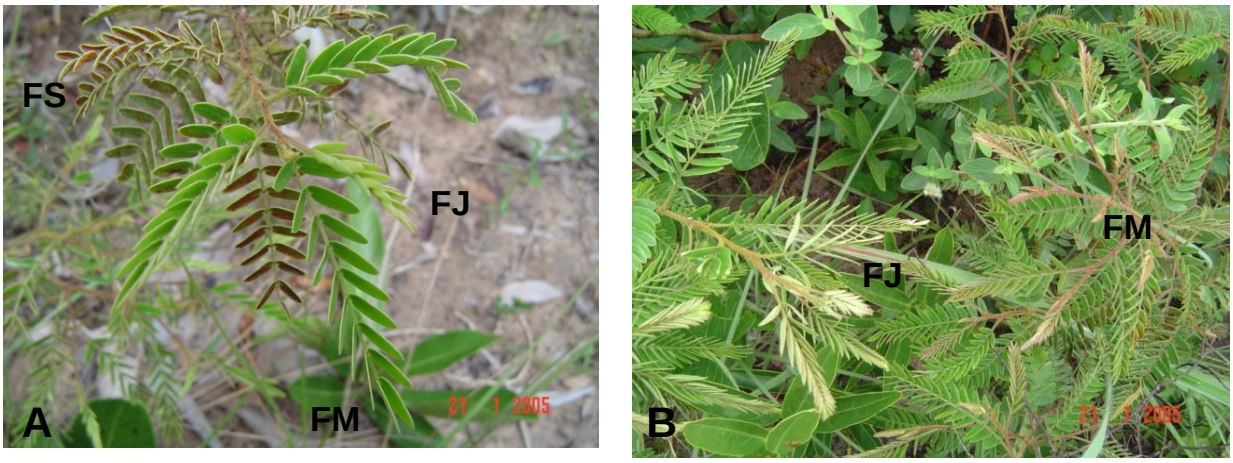


Figura 8 – Foto ilustrativa de indivíduos de *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea) apresentando os diferentes estágios foliares. **A -** Mostra os três estágios das folhas de *C. neesiana*, sendo **FJ** – folhas jovens; **FM** – folhas maduras e **FS** – folhas senescentes. **B -** Podem-se verificar folhas maduras e folhas jovens com folíolos ainda fechados, que foram consideradas como **FJ**.

As folhas foram consideradas jovens quando se apresentavam com folíolos fechados ou semi-abertos (**Figuras 8A e B**), além de apresentar grande oleosidade superficial. Consideraram-se folhas maduras quando já estavam com os folíolos totalmente abertos. As folhas foram consideradas senescentes quando apresentavam coloração verde mais escura e que ao serem tocadas houvesse fácil abscisão dos folíolos.

Observou-se em folhas jovens a abundância de glândulas de óleo, que não ocorrem em folhas maduras e senescentes. Para testar a função deste óleo, foi montado um teste de manipulação experimental onde 40 armadilhas foram mantidas amarradas nos ramos de indivíduos de *C. neesiana* por 48 horas. Sendo 20 armadilhas controle, contendo apenas água e detergente dentro de um pote plástico de 3,0x7,5cm. E 20 armadilhas tratamento, untadas nas bordas do pote com o óleo de folhas jovens, pela fricção de folhas jovens da própria planta onde os potes ficaram amarrados, além,

de conter água e detergente. Ao final do experimento foi verificada a abundância de animais capturados pelas armadilhas (**Figura 9**).

Figura 9 – Foto ilustrativa da armadilha montada em plantas de *Chamaecrista neesiana* para verificar a função das glândulas de óleo existentes em folhas jovens da planta.

A coleta dos herbívoros, para identificação, se deu em plantas não marcadas, distantes da área experimental, e nas plantas que foram mantidas protegidas contra herbivoria. Utilizou-se o método de coleta manual e batimento. Nas plantas do Grupo Tratamento não foi feito batimento para evitar a queda involuntária de folhas e folíolos. Os animais foram fixados em álcool 70%, e posteriormente montados, para facilitar a identificação em laboratório. Os predadores, também foram coletados em plantas não marcadas. Esses dados serviram para calcular a abundância de espécies visitantes de *C. neesiana*.

A coleção de insetos foi depositada no Laboratório de Ecologia Comportamental e Interações – LECI da Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Exicatas de *C. neesiana* floridas foram depositadas na coleção botânica do *Herbárium II Uberlandensis* (HUFU) da Universidade Federal de Uberlândia sob registros HUFU 33708 e HUFU 33709**.**

Estatística. Para a análise estatística das taxas de herbivoria mensal e a interferência do tempo na herbivoria e o crescimento lateral da planta usou-se o teste de análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas. Os dados foram previamente corrigidos por arc sen x, para sua normalização. Na comparação da herbivoria nos períodos pré e pós-fogo, utilizou-se o Teste "t" de Student para amostras dependentes dos dados normalizados.

O crescimento vertical das plantas foi analisado utilizando-se o teste Mann-Whithney. Para verificar a resposta, na produção de frutos a partir de botões e flores, da planta à ação dos herbívoros e para a comparação da proporção dos diferentes padrões alimentares dos animais coletados nos anos de 2003 e 2004 em ambas estações, seca e chuvosa, utilizou-se teste de Qui-quadrado.

Para o cálculo da diversidade de insetos comparando as duas estações, seca e chuvosa, utilizou-se o Índice de Diversidade de Shannon-Winner, e Teste "t" de Student para verificar se houve diferença entre as amostras (Magurran, 1988; Brower & Zar, 1977). Os dados foram analisados pelo programa estatístico "Statistica" versão 6.0, com exceção do Índice de Diversidade de Shannon-Winner que foi feito manualmente.

RESULTADOS

Nos períodos de antes e depois da passagem acidental do fogo, a taxa de herbivoria foi menor nas plantas tratadas com inseticida – Grupo Tratamento – do que nas plantas não tratadas – Grupo Controle - ($F_{1,46}$= 20,43; p< 0,01- pré-fogo e $F_{1,46}$= 9,41; p< 0,01 – pós-fogo, ANOVA para medidas repetidas) (**Figura 10**). Houve um aumento da herbivoria ao longo dos meses de estudo, tanto de Junho a Setembro de 2004 ($F_{3,184}$= 199,93; p< 0,01, ANOVA para medidas repetidas; **Figura 11A**) quanto de Novembro de 2004 a Fevereiro de 2005 ($F_{3,184}$= 76,39; p< 0,01, ANOVA para medidas repetidas; **Figura 11B**). Cabe salientar que houve interação entre os fatores tempo e tratamento (aplicação ou não do inseticida), também em ambos os períodos ($F_{3,184}$= 15,91; p< 0,01-pré-fogo e $F_{3,184}$= 5,76; p< 0,01 – pós-fogo, ANOVA para medidas repetidas).

Comparando-se os períodos, pré e pós-fogo, quanto ao aumento da herbivoria em ambos grupos, Controle e Tratamento, verificou-se que no período pré-fogo a taxa de herbivoria é maior que no período pós-fogo ($t_{1,46}$= 6,76; p< 0,001; Teste “t” de Student) (**Figura 12**).

Fazendo a comparação de folhas jovens com folhas maduras, concluiu-se que há maior taxa de herbivoria em folhas maduras e menor herbivoria em folhas jovens ($t_{1,58}$= 4,7676; p< 0,01; Teste “t” de Student).

Comparando a altura final e inicial e os meristemas externos (raio) das plantas não houve diferença entre o Grupo Controle e o Grupo Tratamento (p>0,05; Mann-Whitney).

Nos meses que antecederam a passagem acidental do fogo, verificou-se que nos grupos, Controle e Tratamento, o pico de floração e frutificação foi similar (**Figuras 13A e 13B**). Comparando-se a proporção de botões que viraram flores, verificou-se que não houve diferença entre os grupos, Controle e Tratamento (p>0,05; Teste de Qui-Quadrado), mas a proporção de flores que viraram frutos foi maior no grupo controle (χ^2=8,594; p<0,05; Grupo Controle=82,76%; Grupo Tratamento=69,23%; Teste de Qui-Quadrado).

A floração ficou concentrada nos meses de Julho e Agosto de 2004 e a frutificação ocorreu, principalmente, nos meses de Agosto e Setembro de 2004. Nos meses logo após a queima (de Novembro a Fevereiro), não houve produção de flores e frutos, somente a constante produção de folhas novas. Por este fator *C. neesiana* pode ser considerada um planta sempre-verde (Marquis *et al*, 1999). Comparando os dados meteorológicos do ano de 2004 com a fenologia de *C. neesiana* do mesmo ano, verificou-se que *C neesiana* tem seu pico de floração na estação seca (**Figura 14**).

Plotando os dados de fenologia dos anos de 2002 a 2005 (utilizando a metodologia sugerida por Ribeiro e Castro, 1986), verificou-se que houve grande influência da passagem do fogo na produção de flores. Sendo antecipada a época de produção de flores e frutos além de sua produção gradativa (começando com poucas flores e aumentando com o tempo) ao longo dos meses após a queima (**Figura 15**), o que não ocorreu no ano de 2004, que foi em forma de boom (em Junho de 2004 a maioria das plantas floriu ao mesmo tempo).

A produção de folhas jovens na expansão e maturação ocorreu durante todo o estudo. Nos meses de Junho a Setembro de 2004, 100% das plantas apresentam os diferentes estágios foliares. Nos meses de Novembro de 2004 a Fevereiro de 2005, como as plantas foram carbonizadas pelo fogo e começaram a rebrotar, o aparecimento de folhas senescentes ocorreu mais a *posteriori*, a partir do mês de Dezembro de 2004 em alguns indivíduos e de Janeiro de 2005 para outros.

Com a montagem das armadilhas, para verificar a função das glândulas de óleo das folhas, nas armadilhas sem o óleo foram coletados 203 indivíduos distribuídos em 23 espécies (**Tabela 3A**). E em armadilhas com óleo foram coletados 08 espécies com 01 representante cada (**Tabela 3B**).

Nos anos de 2003 a 2005 foram coletadas 72 espécies de insetos visitando *C. neesiana*, sendo 45 espécies herbívoras, e 27 espécies predadoras. A análise dos insetos coletados mostrou que em 2003 houve mais animais durante a estação seca do que na estação chuvosa, e que na estação com menor abundância houve predomínio de insetos mastigadores (χ^2= 72,947; p<0,01; Teste de Qui-quadrado; **Figura 16A**). No ano seguinte a comparação entre as duas estações também revelou o mesmo

resultado, diferindo apenas na predominância de insetos fitófagos na estação seca (χ^2= 62,922; p<0,01; Teste de Qui-quadrado; **Figura 16B**).

O Índice de Diversidade de Shannon-Winner (**Tabela 1**) e o Teste "t" de Student mostram que na estação seca há maior diversidade de insetos ($t_{1,157}$= 4,52167; p< 0,05; teste "t" de Student) que na estação chuvosa (**Tabela 2**).

No ano de 2004 o número total de indivíduos coletados foi bem maior que durante o ano anterior (χ^2= 6,75; p<0,001; Teste de Qui-quadrado; **Figura 17**), embora o esforço amostral tenha sido igual (n= 80).

Tabela 01 – Mostra os valores do Índice de Diversidade de Shannon-Winner, calculados para as estações seca e chuvosa nos anos de 2003 e 2004.

Amostras	**Número de ordens de animais**	**Número de indivíduos**	**Índice de Diversidade**
Estação Seca	11	157	0,975292
Estação Chuvosa	07	54	0,657049

Tabela 02 – Apresenta a abundância relativa de animais coletados. Separados por padrão alimentar dentro das ordens, nas estações seca e chuvosa nos anos de 2003 e 2004.

ORDEM	EST. SECA		EST. CHUVOSA	
	HERB.	PRED.	HERB.	PRED.
Orthoptera	05		02	
Phasmatodea	01			
Mantodea		04		
Thysanoptera	65			
Hemiptera	22	07	09	04
Homoptera	07		08	
Coleoptera	22		24	
Hymenoptera	09	02	01	01
Lepidoptera	02		03	
Diptera		02		
Aracnida		09		02
Total	**133**	**24**	**47**	**07**

Tabela 03 – Apresenta as diferentes morfoespécies coletadas nas armadilhas, que permaneceram fixadas em 40 indivíduos de *C. neesiana* durante 48h. **A –** Morfoespécies coletadas em armadilhas lambuzadas com óleo de folhas jovens de *C. neesiana*; **B -** Morfoespécies coletadas em armadilhas não lambuzadas com óleo de folhas jovens de *C. neesiana*.

A

Morfoespécie	Número de indivíduos
Coleoptera sp2	01
Coleoptera sp9	01
Coleoptera sp8	01
Formicidae sp12	01
Formicidae sp15	01
Lepidoptera sp2	01
Lepidoptera sp5	01
Orthoptera sp6	01
Total Morfoespécie/ total de insetos	**08/08**

B

Morfoespécie	Número de indivíduos
Blattodea sp1	01
Coleoptera sp8	01
Coleoptera sp2	02
Diptera sp3	01
Formicidae sp6	94
Formicidae sp7	13
Formicidae sp8	05
Formicidae sp15	02
Formicidae sp4	01
Formicidae sp5	01
Formicidae sp10	23
Formicidae sp11	32
Formicidae sp12	17
Formicidae sp 13	01
Hemiptera sp1	01
Orthoptera sp5	01
Lepidoptera sp3	01
Aphididae sp3	01
Aphididae sp2	02
Aphididae sp4	01
Hymenoptera sp1	01
Hymenoptera sp2	01
Total Morfoespécie/ total de insetos	**23/203**

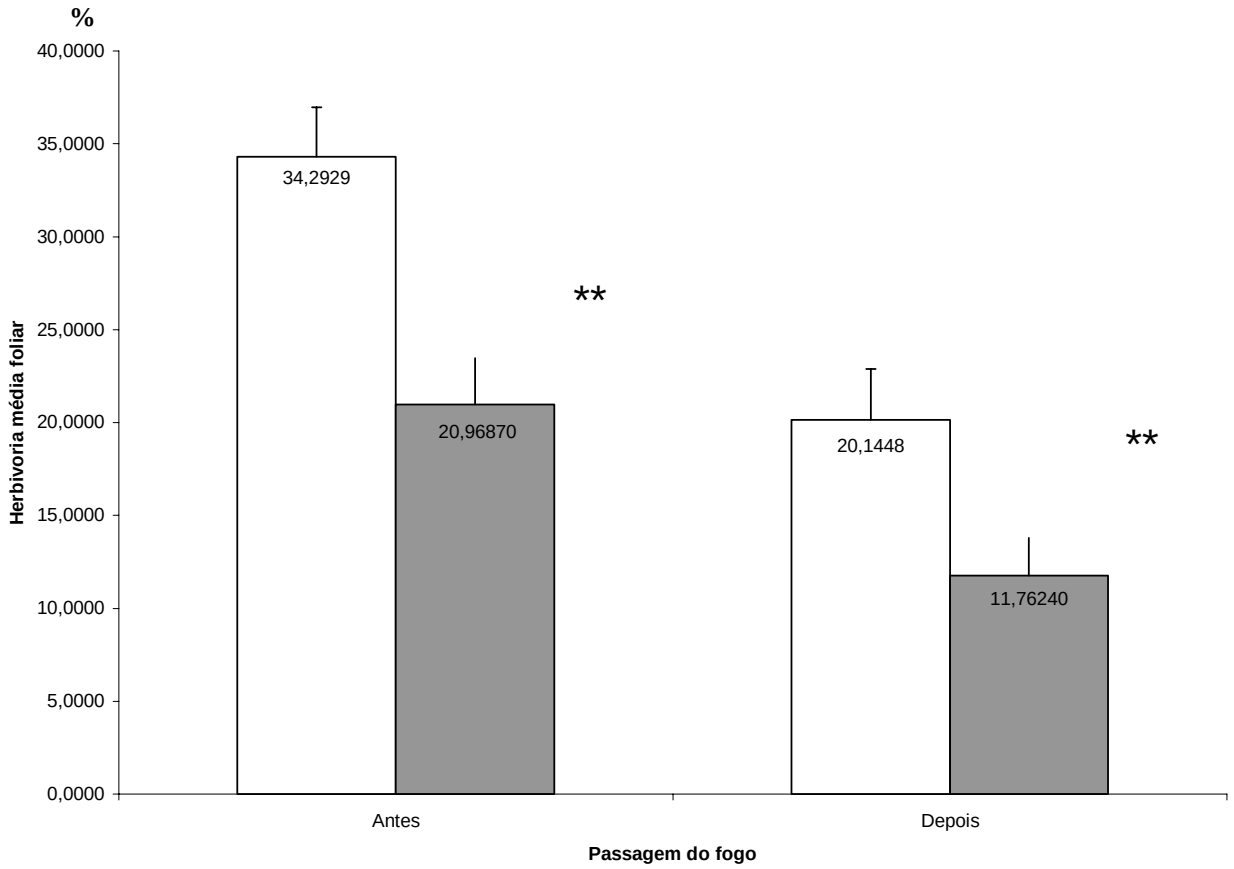


Figura 10 – Herbivoria foliar média em plantas de *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea) com livre acesso de herbívoros (barras brancas; n=21) e com exclusão de herbívoros (barras cinzas; n=25) antes e depois da passagem acidental do fogo. ** Indica que há menor taxa de hebrivoria em plantas com exclusão de herbívoros em ambos os períodos, antes e depois do fogo ($p<0,01$, ANOVA para metidas repetidas).

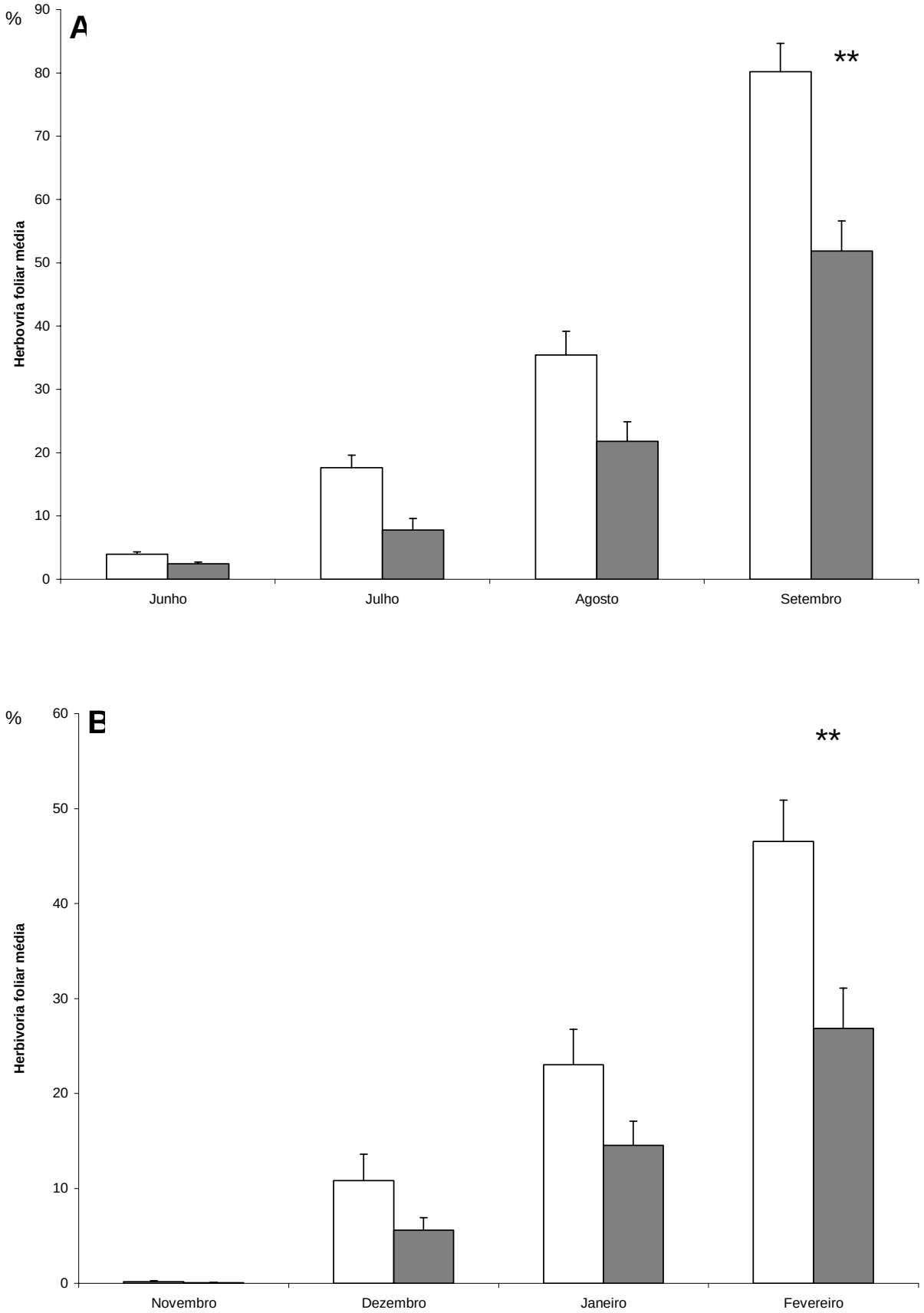


Figura 11 – Herbivoria foliar média em plantas de *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea) com livre acesso de herbívoros (barras brancas) e com exclusão de insetos (barras cinzas). **A -** entre os meses de Junho a Setembro de 2004 (antes da passagem acidental do fogo; n=21). **B** - entre os meses de Novembro de 2004 e Fevereiro de 2005 (depois da passagem acidental do fogo; n=25). ** Indica que os grupos diferem entre si ($p<0,01$; ANOVA para medidas repetidas), em ambos períodos antes e depois do fogo.

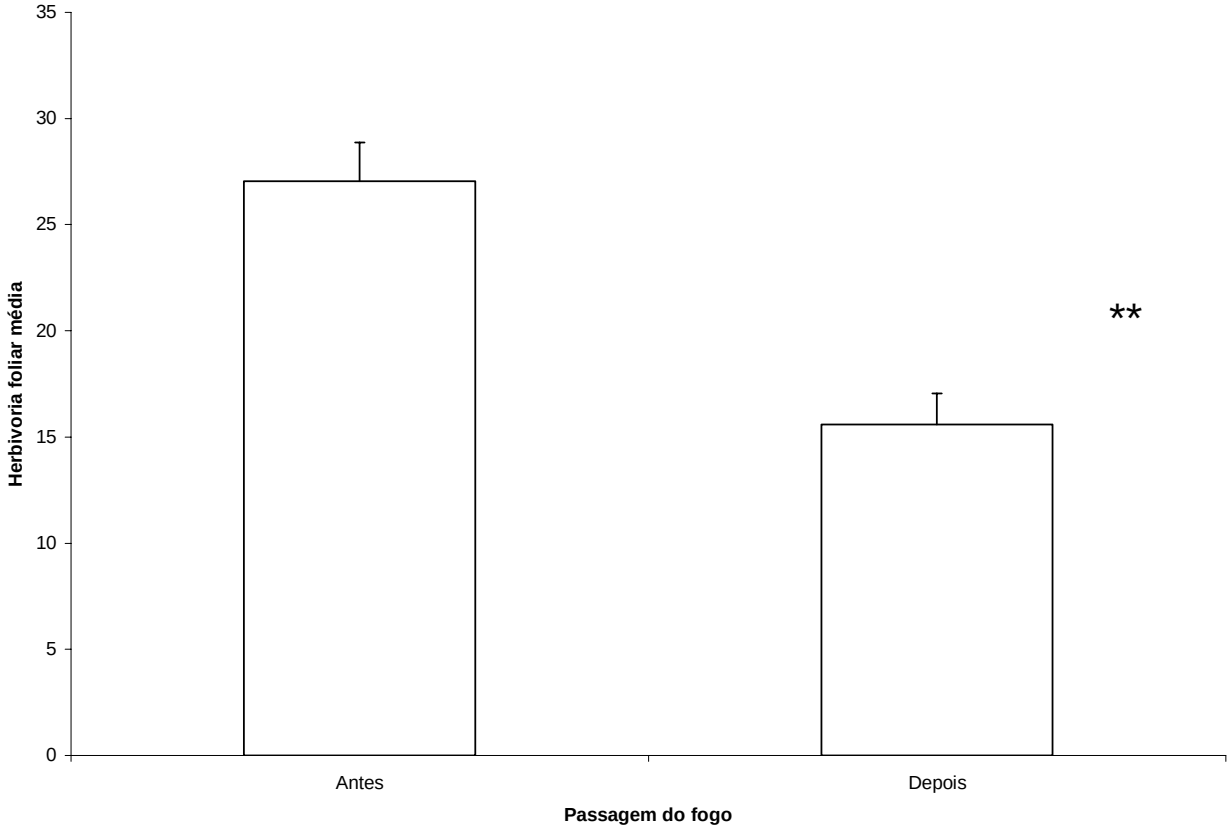


Figura 12 – Herbivoria foliar média em plantas de *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea) antes e depois da passagem acidental do fogo (n=46). ** Indica que os grupos diferem entre si (p<0,01; Teste "t" de Student).

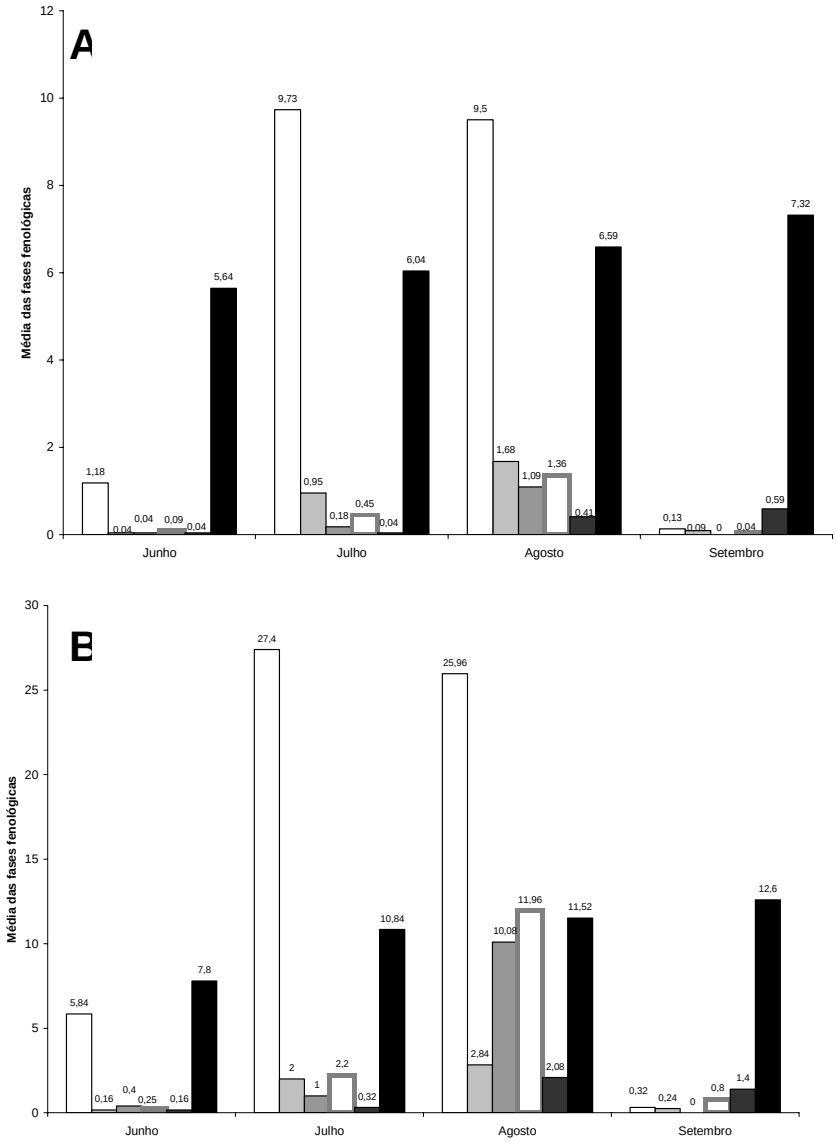


Figura 13 – Fases fenológicas em plantas de *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea) com livre acesso de herbívoros (**A**; n=21) e com exclusão de herbívoros (**B**; n=25) entre os meses de Junho a Setembro de 2004 (antes da passagem acidental do fogo). As barras brancas representam o número de botões florais; as barras cinza claro o número de botões em pré-antese; as barras cinza claro o número de flores jovens; as barras com borda mais expessa número de flores maduras; as barras cinza escuro o número de frutos e as barras pretas o número de ramos. Note que os meses de Julho e Agosto apresentam maior pico de floração e frutificação em ambos grupos, controle e tratamento.

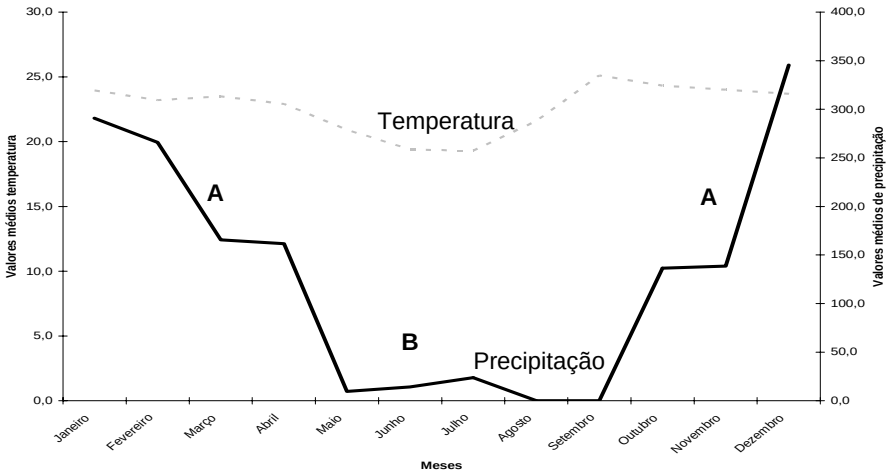


Figura 14 – Variação de temperatura (linha descontínua) e precipitação (linha contínua) no ano de 2004 na cidade de Uberlândia-MG, Brasil. Indica claramente as estações chuvosa (**A**) e seca (**B**) e demonstra a quase estabilidade da temperatura na região.

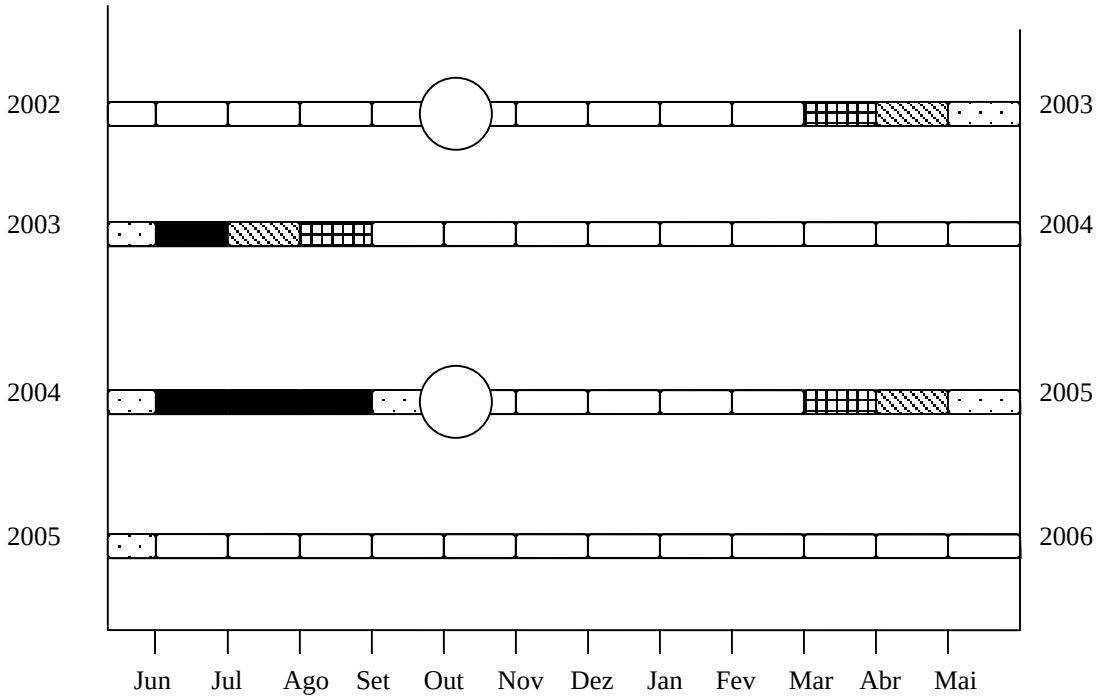
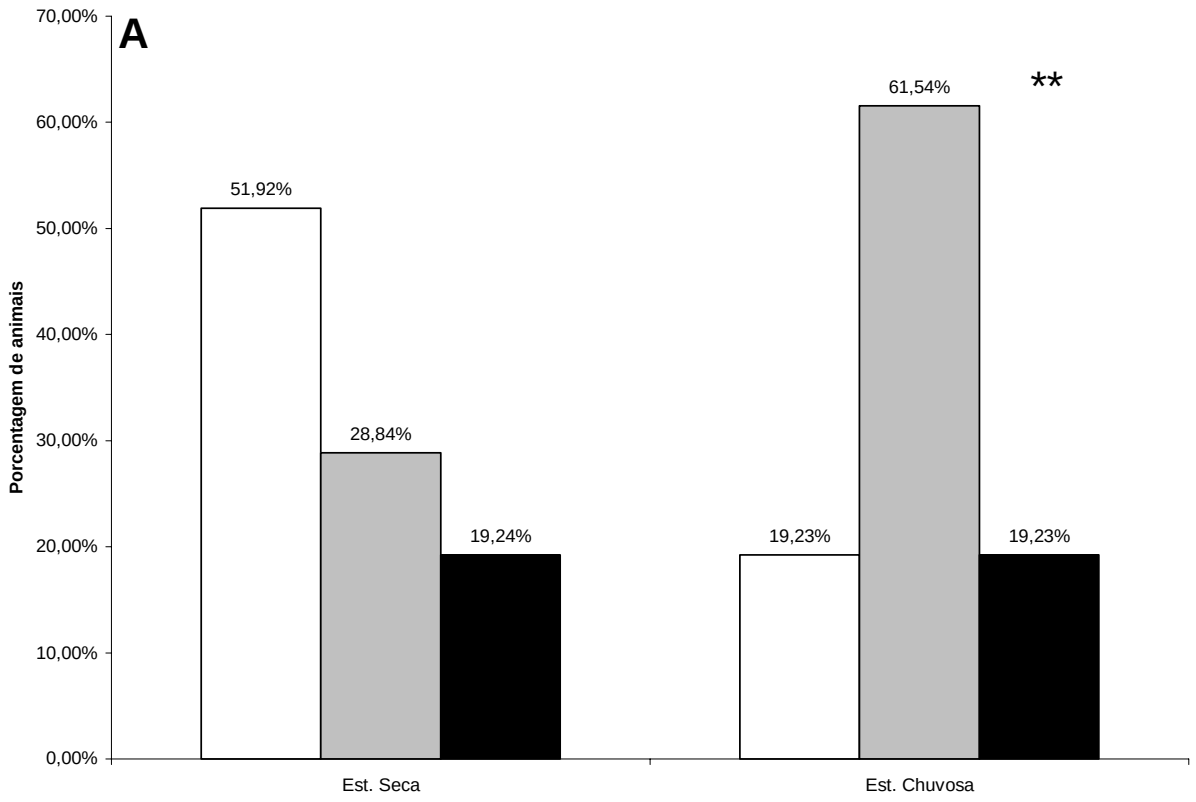


Figura 15 – Produção de botões e flores de *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea) acompanhados no período de 2002 a 2005 no cerrado do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Uberlândia-MG, Brasil. As categorias de fenologia são representadas pelos símbolos: ○ passagem do fogo; ▢ 0%; ▦ 25%; ▧ 50%; ⬚ 75%; ■ 100%, respectivamente.



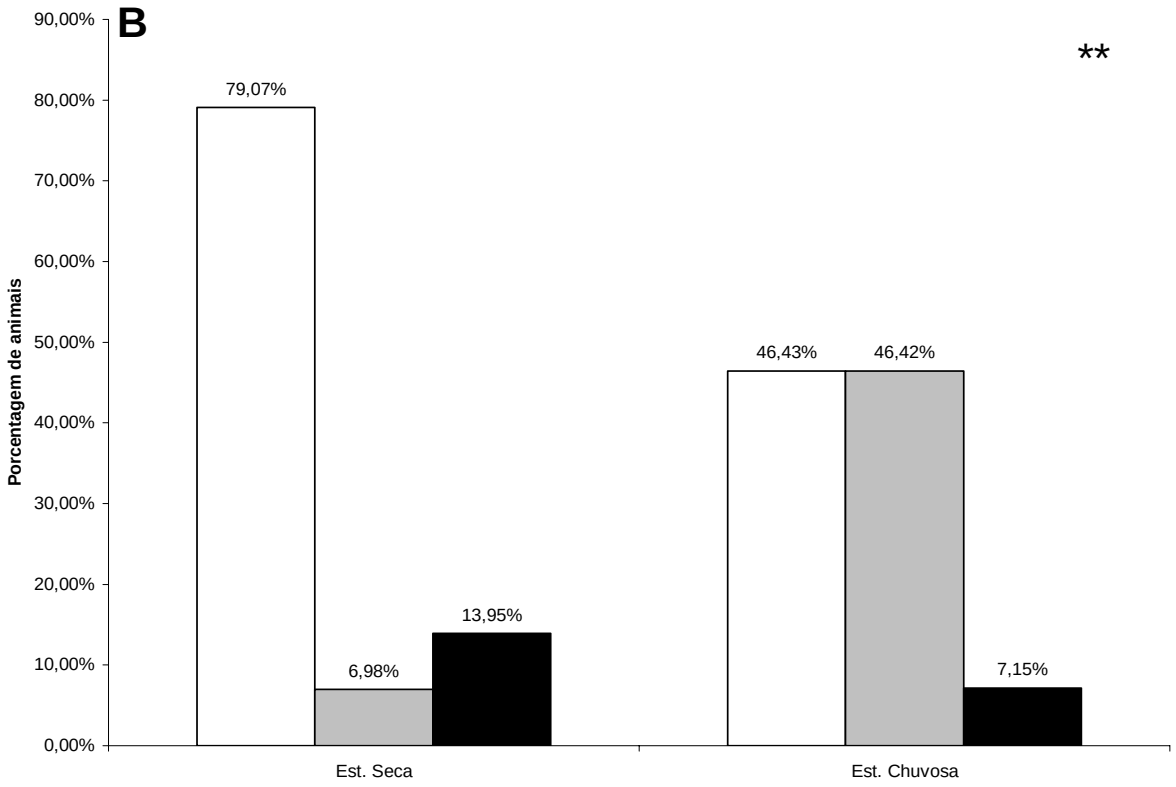


Figura 16 – Porcentagem de animais coletados em plantas de *Chamaecrista* neesiana (Caesalpinoidea) durante as estações seca e chuvosa nos anos de 2003 (**A**) e 2004 (**B**) no Cerrado do CCPIU, Uberlândia-MG, Brasil. Classificados por padrão alimentar (barra branca herbívoros sugadores; barra cinza herbívoros mastigadores; barra preta predadores). Mostra que no ano de 2003 houve maior abundância de insetos mastigadores ($p<0,01$; Teste Qui-quadrado) e que no ano de 2004 houve mais abundância de animais sugadores ($p<0,01$; Teste de Qui-quadrado).

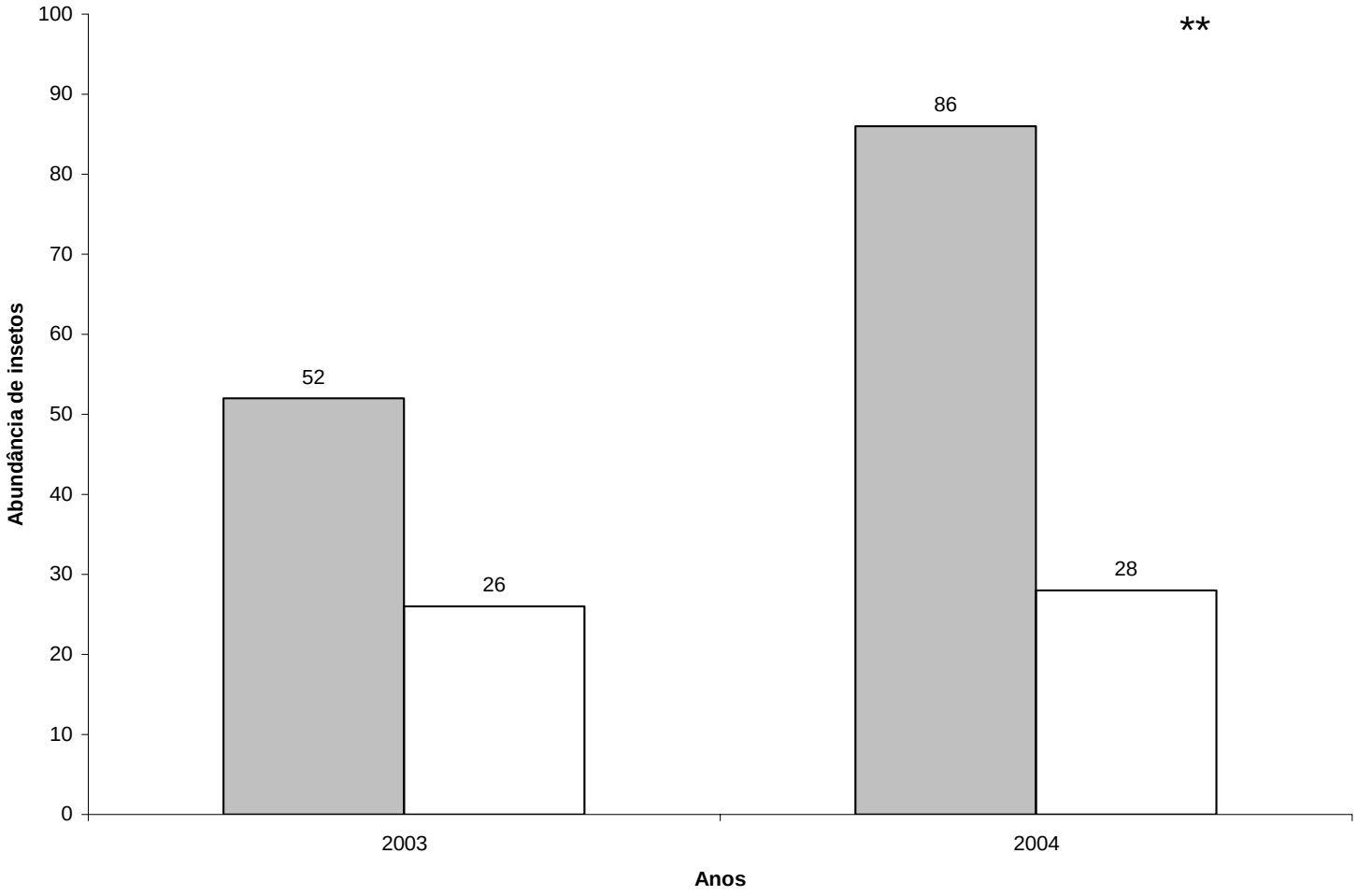


Figura 17 – Abundância de animais coletados em plantas de *Chamaecrista neesiana* (Caesalpinoidea) nos anos de 2003 e 2004 (n=80), nas estações chuvosa (barra branca) e estação seca (barra cinza). **Indica que foram coletados mais insetos no ano de 2004 que em 2003 ($p<0,01$; Teste de Qui-quadrado).

DISCUSSÃO

Em seu estudo com pássaros insetívoros, Marquis e Whelan (1994), utilizando a exclusão de herbívoros por inseticida, encontraram a redução da herbivoria em plantas protegidas contra ação de herbívoros. Em nosso estudo com *Chamaecrista neesiana*, também utilizando a remoção de herbívoros com inseticida, encontramos o mesmo modelo, ou seja, menor herbivoria em plantas tratadas com inseticida.

Pelo fato de a maturação foliar levar a uma maior produção de compostos secundários, como, por exemplo, tanino, tornando os herbívoros mais vulneráveis à ação dos predadores e parasitóides, é esperado que folhas maduras possuam menores taxas de herbivoria (Coley e Barone, 1996). No entanto, neste estudo com *C. neesiana*, observamos que, ao contrário do esperado, folhas mais jovens possuem sua taxa de herbivoria menor que folhas mais maduras. Sugerimos isso ocorra por que em folhas jovens há um grande número de glândulas de óleo que em folhas maduras não existe.

Alguns autores sugerem que haja uma diminuição na taxa de herbivoria após a queima. Knight e Holt (2005) em seu estudo comparando áreas num gradiente de queimada verificaram que plantas no centro da área queimada possuem duas vezes menos herbivoria que plantas nas bordas da área afetada pelo fogo. Estes autores sugerem que distúrbios podem criar grande variação espacial na magnitude de interações tróficas e que a taxa de recolonização por insetos herbivoros vai depender da distância das bordas aos centros de áreas queimadas, pois nas bordas há maior quantidade de ninhos por ter sido menos afetada pelo fogo. No mesmo sentido, Whelan e Main (1979), fizeram um estudo verificando a predação de sementes após a queima e concluíram, também, que há uma menor herbivoria em áreas queimadas.

Estes resultados corroboram o resultado obtido no presente estudo, onde a herbivoria foi diminuída após a queima. Sugerimos que em *C. neesiana* a aumentada produção de folhas jovens (que possuem grande quantidade de glândulas de óleo) no período pós-fogo, diminui a taxa de herbivoria em comparação com o período pré-fogo.

O efeito compensatório da herbivoria no desenvolvimento das plantas é motivação para muitas pesquisas. Em seus estudos Hendrix e Trapp (1981 e 1989) e

Hendrix (1984) mostraram que as plantas *Pastinaca sativa* e *Depressaria pastinacela* apresentam desenvolvimento favorecido pela herbivoria. Ambas, depois da predação da primeira inflorescência, produzem mais flores hermafroditas e sementes tardias. Com isso há o aumento na fecundidade e expressão sexual das plantas.

Sugere-se que em *C. neesiana* o efeito compensatório não ocorreu, pois no crescimento vertical e no lateral não houve diferença entre os grupos. Foi verificado que a medição dos meristemas mais externos não serviu como parâmetro para comparação do crescimento. Os ramos de *C. neesiana* vão tombando com o crescimento, pois são finos e acabam ficando pesados, logo quanto maior os ramos, maior sua inclinação lateral.

Pelo fato de que menos flores viraram frutos no Grupo Tratamento, constatou-se que a utilização de inseticida nas plantas foi eficiente, pois se esperava que houvesse menor visitação de insetos. Além de diminuir a taxa de herbivoria o inseticida influenciou a polinização, afastando os insetos que participam deste processo.

No Cerrado o comportamento fenológico das espécies está diretamente relacionado com fatores climáticos. Algumas espécies nativas do Cerrado, inclusive algumas Leguminosas, atingem seu pico de floração na estação seca (Ribeiro *et al*, 1982; Bulhão e Figueiredo*,* 2002) como adaptação ao clima desse Bioma ou por estímulo das freqüentes queimadas (Rachid-Edwards, 1956; Coutinho, 1980; Sano e Almeida, 1998).

Em seu estudo com o comportamento fenológico de espécies do gênero *Chamaecrista*, Madeira e Fernandes (1999), verificaram que algumas espécies têm seu pico de floração na estação seca, sugerindo que estas espécies possuem grande capacidade de armazenamento de água frente à baixa precipitação.

Em *C. neesiana* é sugerido que haja o mesmo padrão fenológico. Seu pico de floração se concentrou nos meses com menor precipitação média (Julho e Agosto), ou seja, na estação seca. Este comportamento fenológico pode ser uma adaptação ao clima do Bioma Cerrado, pois são poucas as plantas que se mantém sempre-verdes e floridas nesta época, aumentando assim sua possibilidade de polinização.

Miranda *et al* (2002) e Whelan (1997) sugerem que após a queima haja uma antecipação da floração. Como adaptação da resposta fenológica ao fogo *C. neesiana*

apresentou comportamento fenológico antecipado. Após as duas últimas queimadas acidentais no cerrado do CCPIU, que ocorreram no final da estação seca, em meados de Outubro dos anos de 2002 e 2004, a resposta fenológica de *C. neesiana* foi antecipada para Abril e ocorreu de forma gradativa, ou seja, a produção aconteceu aos poucos, começando com poucas plantas floridas chegando a floração total das plantas. No ano que não houve queimada anterior, a floração começou em Junho e em forma de boom, ou seja, muitas plantas floriram ao mesmo tempo.

As plantas, normalmente, possuem alguma forma de proteção à ação dos herbívoros (Thompson, 1988, Del-Claro, 1995; Stotz *et al*, 1999; Stowe *et al*, 2000; Mello e Silva-Filho, 2002; Gardner e Agrawal, 2002; Moore, 2003; Oliveira e Freitas, 2004). Em *C. neesiana* foi verificada a produção de glândulas de óleo em folhas jovens que se espalham por toda a extensão da folha, se aglomerando, principalmente, nas bordas e na parte inferior do limbo (observações pessoais).

A função destas glândulas foi testada com a montagem das armadilhas, untadas e não com o óleo das folhas jovens. Com este experimento sugerimos que o óleo serve como repelente de insetos, pois a coleta de insetos se deu em maior abundância nas armadilhas sem o óleo. Sugere-se que a baixa taxa de herbivoria em folhas jovens, em comparação a folhas maduras, se deve à produção de glândulas de óleo.

Corroborando a hipótese de que o óleo é uma substância protetora contra a ação dos insetos em *C.* neesiana, temos que a taxa de herbivoria foi maior em folhas maduras (que não tem glândulas de óleo) que em folhas jovens além de ter sido maior antes do fogo que depois da queima. Como as plantas foram queimadas e começaram a rebrotar de suas raízes, é natural que haja somente folhas jovens. Romero e Vasconcellos-Neto estudando aranhas e suas plantas hospedeiras sugerem que a associação entre as aranhas e as glândulas de óleo de tais plantas é benéfica, pois atraem os predadores e facilita o comportamento de captura senta e espera, pois as presas aderem ao óleo dos tricomas da planta. O que fortalece ainda mais a sugestão do presente estudo de que as glândulas de óleo de *C. neesiana* te função de proteção contra insetos.

A sazonalidade é um importante fator para o controle da herbivoria. Extremos de temperatura podem afetar o desenvolvimento e/ou crescimento dos insetos herbívoros

(Marquis *et al*, 1999). Marquis e Braker (1994), sugerem, em seu estudo com arbustos de *Piper aricianum* (Piperaceae), que a baixa taxa de herbivoria no período de chuva, pode ter ocorrido devido à diminuição no número de insetos alados. Sugerindo que a chuva atrapalha tal atividade, e conseqüentemente, reduz a taxa de ovoposição por insetos voadores. O presente estudo nos permite observar que a maior abundância de herbívoros em *C. neesiana*, também ocorre na estação seca, coincidindo com o picoo de floração floração. Este fato nos leva a sugerir que, por existir maior quantidade de recursos oferecidos pela planta (flores e frutos) há uma maior diversidade de insetos herbívoros na estação seca. Apoiando esta suposição, Landau *et al*, 1998 em seu trabalho com riqueza e abundância de herbívoros em *Vellozia nivia*, discutem que em manchas com maior disponibilidade de recursos há maior quantidade de insetos herbívoros, pois, estas manchas indicam maior qualidade de recursos para tais insetos.

Embora na estação seca seja muito quente, os insetos estão, aparentemente, a procura de recursos para alimentação e nidificação. Muitos ninhos, principalmente de aranhas e ovas de hemípteros, foram observados durante a estação seca nos indivíduos de *C. neesiana* estudados (observações pessoais). As observações de insetos visitantes de *C. neesiana* sugerem que há pouca especificidade na alimentação e na sazonalidade dos mesmos. Alguns insetos foram observados atacando tanto flores como folhas, além de terem sido capturados em ambas estações (observações pessoais).

Knight e Holt (2005) em seu estudo com plantas de borda e centro de áreas queimadas sugere que a taxa de recolonização por insetos herbívoros vai depender da distância das bordas, áreas menos afetadas pelo fogo, aos centros, áreas mais afetadas pelo fogo, das áreas queimadas. Fato que nos leva a evidenciar a maior abundância de insetos no ano de 2004, pois em 2003 a área estava em recente estágio de recuperação da queima de 2002 e corrobora com o resultado da menor taxa de herbivoria após a queima de 2004.

Neste estudo tivemos como principal objetivo avaliar o impacto da ação da herbivoria no desenvolvimento de *C. neesiana* e os efeitos do fogo sobre esta espécie nativa das savanas brasileiras. *C. neesiana* demonstrou uma resposta ao seu desenvolvimento pouco relacionada a herbivoria, pois seu crescimento vertical e

horizontal (raio) não diferiu nos tratamentos (remoção ou não de herbívoros), exceção feita a produção de flores, que foi maior em indivíduos protegidos contra a ação de herbívoros. Foi verificado, também, que esta espécie possui sua maior suseptibilidade a herbivoria foliar nos estágios mais maduros, pois em folhas jovens há a produção de glândulas de óleo, as quais constatou-se servirem como repelente aos insetos. Quanto ao efeito do fogo sobre *C. neesiana* observou-se que após a passagem do fogo sua taxa de herbivoria média é menor, sugerimos que este fato se deve à maior produção de folhas jovens após a queimada, além de ter havido a antecipação da folração e este ter ocorrido de forma gradativa após a passagem acidental do fogo.

CONCLUSÃO

- Em *C. neesiana* a remoção dos insetos como herbívoros reduziu a taxa de herbivoria em plantas do Grupo Tratamento. Em plantas sem a proteção contra herbívoros houve maior taxa de herbivoria;

- Foi verificado que a taxa de herbivoria após a passagem do fogo é menor que antes do fogo. O que apóia a suposição das glândulas de óleo como repelentes naturais de insetos;

- Foi observada a presença de glândulas do óleo em folhas jovens. Tais glândulas têm como função repelir insetos herbívoros. Suposição apoiada pela menor taxa de herbivoria em folhas jovens e maior taxa de herbivoria em folhas maduras e senescentes, as quais não contém tais glândulas;

- A produção de folhas jovens é constante em *C. neesiana*, mas a maturação desta folhas demora alguns meses, mostrado pela ausência de folhas senescentes durante os dois primeiros meses de estudo após a passagem do fogo;

- Durante o estudo a floração ocorreu nos meses de seca (Junho a Setembro de 2004), mesmo período de maior diversidade de insetos, sugerindo o aumento na possibilidade de polinização nesta estação;

- Após a passagem do fogo foi verificada a antecipação e gradativa floração. Fato observado nos dois anos após passagem do fogo (2003 e 2005).

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

APPOLLINÁRIO, V. & SCHIAVINI, I. Levantamento fitossociológico de espécies arbóreas de Cerrado (*stricto sensu*) em Uberlândia – Minas Gerais. B. Herb. Paulo Heringer, v10, p. 31-56, 2002.

BORTOLUZZI, R.L.C.; CAMARGO, R.A. & MIOTTO, S.T.S. O gênero *Chamaecrista* (Breyne) Moench (Leguminosae – Caesalpinioidea) na região Sul do Brasil. Em resumos, 53° Congr. Nac. Bot., Recife – PE, p. 454. 2002.

BRODY, A. K. Effects of pollinators, herbivores, and seed predators on flowering phenology. Ecology, v. 78(6), p. 1624-1631, 1997.

BROWER, J.E. & ZAR, J.H. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brow, Dubuque, Iowa, 1977.

BULHÃO, C.F. & FIGUEIREDO, P.S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. Rev. Bras. Bot., vol 25(3), p. 361-369. 2002

CAVALCANTI, L.H. Efeito das cinzas resultantes da queimada sobre a produtividade do estrato herbáceo subarbustivo do cerrado de Emas (Pirassununga – SP). Universidade de São Paulo. Tese de doutorado, 1978.

COLEY, P.D. & BARONE, J.A. Herbivory and plant defenses in tropical forests. Annu. Rev. Ecol. Syst., vol 27, p. 305-335. 1996.

CONCEIÇÃO, A.S.; QUEIROZ, Z.P. & LEWIS, G.P. Novas espécies de *Chamaecrista* Moench (Leguminosae – Caesalpinoideae) da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Sitintibus série Ciências Biológicas, v.1, n.2, p. 112-119, 2001.

CORNELISSEN, T.G. & FERNANDES, G.W. Insetos herbívoros e plantas: de inimigos a parceiros? Rev. Ciência Hoje, v. 32, n, 192, p. 24-30, 2003.

COUTINHO, L.M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. II – as queimadas e a disperção de sementes em algumas espécies do estrato herbáceo-subarbustivo. Bol. Bot., vol 5, p. 57-64. 1977.

COUTINHO, L.M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. III – a precipitação atmosférica de nutrientes minerais. Rev. Bras. Bot., vol 2, p.29-101.1979.

COUTINHO, L.M. As queimadas e seu papel ecológico. Brasil florestal, n. 44, p. 7-23. 1980

CRAWLEY, M. J. Herbivory: the dynamics of plant-animal interactions. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1983.

CRAWLEY, M. J. Plant ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1989.

DEL-CLARO, K. Plantas, herbívoros interações tri-tróficas e a vegetação do cerrado. R. Cent. Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Uberlândia, vol. 11(1), p. 43-48. 1995.

DEL-CLARO, K. Multitrophic Relationships, Conditional Mutualisms, and the Study of Interaction Biodiversity in Tropical Savannas. Neotropical Entomology 33(6):665-672. 2004

DICKE, M. & SABELIS, M.W. How plants obtain predatory mites as bodyguards. Netherlands Journal of Zoology, v. 38, p. 148-165, 1998.

EITEN, G. The cerrado vegetation of central Brazil. Bot. Rev. 38:201-341. 1972.

EMBRAPA. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. Boletim de pesquisa, n.1. Rio de Janeiro. SNLCS, 526p., 1982.

FERRAZ-VICENTINI, K.R.C. História do fogo no Cerrado: uma análise palinológica. Tese de doutorado. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília, 1999.

FERRI, M.G. O habitus tortuoso das árvores dos cerrados. *In* III Simpósio sobre o Cerrado, Ed. Univ. S. Paulo e Ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 1971.

GARDNER, S.N. & AGRAWAL, A.A. Induced plant defense and the evolution of counter-defenses in herbivores. Evolutionary Ecology Research, 4:1131-1151. 2002.

GOODLAND, R. Análise ecológica da vegetação de cerrado. In: R. Goodland & M. G. Ferri (eds). Ecologia do cerrado. São Paulo, Ed. Itatiaia e EDUSP, p. 61-171, 1979.

GRAIDZINSKI, M.C. Glossário de Biologia. UNESC Publicações, Santa Catarina,1995.

HAIRSTON, N.G.; SMITH, F.E. & SLOBODKIN, L.B. Community structure, population controle, and competition. Amer. Natur., v. 94, p. 421-425, 1960.

HENDRIX, S.D. & TRAPP, J. Floral herbivory in *Pastinaca sativa*: do compensatory responses offset reductions in fitness? Evolution, v. 43(4), p. 891-895, 1989.

HENDRIX, S.D. & TRAPP, J. Plant-herbivore interactions: insect induced changes in host plant sex expression and fecundity. Oecologia (Berl), v. 49, p. 119-122, 1981.

HENDRIX, S.D. Reactions of *Heracleum lanatum* to floral herbivory by *Depressaria pastinacella*. Ecology, vol 65(1), p. 191-197.1984.

HERENDEEN, R.A. Bootom-up and top-down effects in food chains dependo n functional dependence: an explicit framework. Ecological Modelling, v. 171, p. 21-33, 2004.

KARBAN. R & AGRAWAL,A.A. Herbivore offense. Annu. Rev. Ecol. Syst., v. 33, p. 641-663, 2002.

KELLY,C. A. Effects of variable life history and insect herbivores on reproduction in *Solidago macrophylla* (Asteraceae) on an elevational gradiente, Am. Midl. Nat., v. 139, p. 243-254, 1998.

KNIGHT, T.M. & HOLT, R.D. Fire generates special gradients in herbivory: an example from a Florida sandhill ecosystem. Ecology, 86(3): 587-593. 2005.

KREBS, J.R. & DAVIES, N.B. Introdução à ecologia comportamental. Atheneu Editora, São Paulo,1996.

LANDAU, E. C., ALVIM, S.J.G., FAGUNDES, M. & FERNANDES, G.W. Riqueza e abundância de herbívoros em flores de *Velozzia nivea* (Velloziaceae). Acta. Bot. Bras.: 12(3) 403-409. 1998.

MADEIRA, J.A. & FERNANDES, W. Reproductive phenology of symnpatric taxa of *Chamaecrista* (Leguminosae) in serra do Cipó, Brazil. Journal of Tropical ecology, vol. 15, p. 436-479. 1999.

MAGURRAN, A.E. Ecological Diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 1988.

MARQUIS, R.J. & BRAKER, H.E. Plant-herbivore interactions: diversity, specifity and impact. IN: McDADE, L.A.; BAWA, K.S. & HESPENHEIDER, H.A. *et al* (eds), *La Selva*: ecology and natural history of a Neotropical rain forest. p. 261-281. Chicago Press, Chicago, 1994.

MARQUIS, R.J. & WHELAN, C.J. Insectivorous birds increase growth of white oak through consumption of leaf-chewing insects. Ecology, vol. 75(7), p. 2007-2014. 1994.

MARQUIS, R.J.; MARAIS, H.C. & DINIZ, I.R. Interactions among Cerrado plants and their herbivores: unique or typical? IN MORIN, P.J. Community ecology. Blackwell Science, Oxford, 1999.

MARQUIS, R.J.; MORAIS, H.C. & DINIZ, I.R. Interactions among Cerrado plants and their herbivores: unique or typical?. *In* OLIVEIRA, P.S. & MARQUIS, R.J. The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a Neotropical savanna. Columbia University Press, 2002.

MÉIO, B. B.; FREITAS, C.V.; JATOBÁ, L.; SILVA, M.E.F.; RIBEIRO, J.F. & HENRIQUES, R.P.B. Influência da flora das florestas Amazônica e Atlântica na vegetação do cerrado *sensu stricto*. Revista Brasil. Bot., 26(4):437-444. 2003.

MELLO, M.O. & SILVA- FILHO, M.C. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. Braz. J. Plant Physiol., vol 14(2), p. 71-81. 2002

METHRATTA, E.T. Top- down and bottom-up factors in tidepool communities. Journal of experimental marine biology and ecology, vol, 299, p. 77-96. 2004

MIRANDA, H.S.; BUSTAMANTE, M.M. & MIRANDA, A.C. The fire factor. *In* OLIVEIRA, P.S. & MARQUIS, R.J. The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a Neotropical savanna. Columbia University Press, 2002.

MOORE, J.P.; TAYLOR, J.E.; PAUL, N.D. & WHITTAKER, J.B. Reduced leaf expansion as a cost of systemic induced resistance to herbivory. Ecology, vol. 17, p. 75-81. 2003.

MORIN, P.J. Community ecology. Blackwell Science, Oxford, 1999.

NOWIERSKI, R.M.; HUFFAKER, C.B.; DAHLSTEN, D.L.; LETOURNEAU, D.K.; JANZEN, D.H. & KENNEDY, G.G. The influence of insects on plant populations and communities. *In* KUFFAKER, C.B. & GUTIERREZ, P. Ecological Entomology, 2ª ed. 1999.

OLIVEIRA, P. S. & DEL-CLARO, Kleber. Multitrophic interactions in the Brazilian savanna: ant-homopteran systems, associated insect herbivores and host plant. *In* BURSLEM, David; PINARD, M. A.; HARTLEY, S.E. (eds.). Biotic Interactions in the Tropics. Cambridge, v. 1. 2005.

OLIVEIRA, P.E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado. *In* SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P. Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, 1998.

OLIVEIRA, P.S. & MARQUIS, R.J. The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a Neotropical savanna. Columbia University Press, 2002.

OLIVEIRA, PAULO S. & FREITAS, A.V.L. Ant–plant–herbivore interactions in the neotropical cerrado savanna. Naturwissenschaften 91:557–570. 2004

PRICE,P.W.; BOUTON, C.E.; GROSS, P.; McPHERON, B.A.; THOMPSON, J.N. & WEIS, A.E. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. Ann. Rev. Ecol. Syst., vol. 11, p. 41-65, 1980.

RACHID-EDWARDS, M. Alguns dispositivos para proteção de plantas contra a seca e o fogo. Bol. Fac. Fi. Ci. E Letras USP. 209, Botânica, vol. 13, p. 35-68. 1956.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.E. & EICHHORN, S.E. Biologia Vegetal. Editora 6ªed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2001.

RAWITSCHER, F. Bolm. Fac. Fil. Ciên. Letr. Univ. S. Paulo. XXVIII, Botânica, 3:3, 1942.

RAWITSCHER, F. Bolm. Fac. Fil. Ciên. Letr. Univ. S. Paulo. XLI, Botânica, 4:5, 1944.

RIBEIRO, J.F. & CASTRO, L.H.R. Método quantitativo para avaliar características fenológicas em árvores. Rev. Bras. Bot., vol 9, p. 7-11. 1986

RIBEIRO, J.F.; GONZALES, M.I. & OLIVEIRA, P.E.A.M. Aspectos fenológicos de espécies nativas do cerrado. *In* FERNANDES, A.G. *et al.* Anais do XXXII Congr. Nac. Bot., Teresina-PI, p. 181-198. 1982.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In* SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P. Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, 1998.

RICKLEFS, R.E. A economia da natureza. 5ª ed. Guanabra Koogan, Rio de Janeiro, 2003.

RIZZINI, C.T. Bolm. Geogr., Rio de Janeiro, 29:48, 1971.

ROMERO, G. Q. & VASCONCELLOS-NETO, J. Benneficial effects os flower-dwelling predators on their host plant. *Ecology*, vol 85(2), p. 446-457. 2004

SAINT-HILAIRE, A. Historie dês plantes lês plus remarcables du Brésil et du Paraguay, I.A. Belin Imprimeur – Libraire, Paris (Reproduzido em F. Verdoorn, (ed) Waltham. Mass. Publish. The Chronica Botânica company XX: 23-61, 1946), 1824.

SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P. Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, 1998.

SODRE, A.C.B. *Chamaecrista* spp (Fabales-Caesalpinoideae- Casiinae): flores que dirigem secundariamente o pólen para o nível do estigma. Monografia – Universidade Federal de Uberlândia – MG, 2002.

STOTZ, H.U.; KROYAMANN, J. & MITCHELL-OLDS, T. Plant-insect interactions. Current opinion in plant biology, vol. 2, p. 268-272. 1999.

STOWE, K.A.; MARQUIS, R.J.; HOCHWENDER, C.G. & SIMMS, E.L. The evolutionary ecology of tolerance to consumer damage. Annu. Rev. Ecol. Syst., vol. 31, p. 565-595. 2000

STRONG, D.R.; LAWTON, J.H. & SOUTHWOOD, T.R. Insects on plants: community patterns and mechanisms. Backwell Scientific Publicatios, Oxford, 1984.

THOMPSON, J.N. Coevolution and alternative hypothesis on insect/plant interactions. Ecology, 69(4): 893-895. 1988

THOMPSON, J.N. The evolution of species interactions. Science, vol. 284, p. 2116-2118, 1999.

TURLINGS,T.C.J.; TUMLINSON.J.H.; LEWIS, W.J. Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. Science, v. 250, p. 1251-1253, 1990.

WÄCKERS, F.L.; ZUBER, D.; WUNDERLIN,R. & KELLER, F. The effect of herbivory on temporal and spatial dynamics of foliar nectar production in cotton and castor. Annals of Botany, 87, p. 365-370, 2001.

WHELAN, R.J. & MAIN,A.R. Insect grazing and post-fire plant succession insouth-west Australian woodland. Australian Journal of Ecology, 4: 387-398.1979.

WHELAN, R.J. The Ecology of Fire. Cambridge University Press, United Kingdom, 1997.

WIMP, G.M. & WHITMAN, T.G. Biodiversity consequences of predation and host plant hybridization on an aphid-ant mutualism. Ecology, v. 82, n. 2, p. 440-452, 2001.