
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

GABRIELA CAUSEUR SCHÖNHAUS

**ASPECTOS DA BIOLOGIA E FISILOGIA DA
ALIMENTAÇÃO DO CUPIM NEOTROPICAL
Cornitermes cumulans
(ISOPTERA, TERMITIDAE)**



Rio Claro
2012

GABRIELA CAUSEUR SCHÖNHAUS

ASPECTOS DA BIOLOGIA E FISIOLOGIA DA ALIMENTAÇÃO DO
CUPIM NEOTROPICAL *CORNITERMES CUMULANS* (ISOPTERA,
TERMITIDAE)

Orientador: PROF^a. DR^a. ANA MARIA COSTA LEONARDO

Co-orientador: Ives Haifig

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio
Claro, para obtenção do grau de Bacharel em Ciências
Biológicas

Rio Claro

2012

595.736 Schönhaus, Gabriela Causeur
S371a Aspectos da biologia e fisiologia da alimentação do cupim neotropical
Cornitermes cumulans (Isoptera, Termitidae) / Gabriela Causeur
Schönhaus. - Rio Claro : [s.n.], 2012
31 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (Ciências Biológicas) - Universidade
Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Ana Maria Costa Leonardo
Co-Orientador: Ives Haifig

1. Térmita. 2. Alimentação de cupins. 3. Cupim de montículo. 4.
Alimento armazenado. 5. Conteúdo intestinal. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Quando me falavam que estes seriam anos que voariam, passariam rápido demais, eu não levei muito a sério, mas agora, só agora, finalizando este trabalho me dei conta que já estava prestes a concluir o curso. Sim, foram, sem dúvidas, os quatro anos mais curtos e repletos de novidade aprendizagem da minha vida.

Foram muitos aqueles que me ajudaram de uma forma ou de outra a conquistar o sonho de ingressar em uma Universidade Estadual e também me deram suporte durante esse período. Aproveito, portanto, o espaço e oportunidade para agradecer singelamente àqueles que tornaram tudo isso mais fácil e divertido.

Agradeço primeiramente aos meus pais, que tornaram tudo isso possível. Sempre valorizando a educação, batalharam por essa realização tanto quanto eu, acreditando e me apoiando, por isso além de ser eternamente grata, com eles divido essa alegria.

Agradeço minha Tia Nana pelo apoio e confiança nesses anos, se não fosse por ela, realmente não sei se poderia estar escrevendo isso nesse momento. Ficamos mais próximas também nesses anos e sei que com ela compartilho sentimentos recíprocos.

À minha irmã Juliana sou grata desde sempre, pelo companheirismo, pela lealdade e por dividir comigo todos, absolutamente todos, os momentos da minha vida. Ahh... como isso faz diferença....

Não poderia estar aqui também se não fosse o apoio e confiança da Equipe Portinarense, que acreditou em mim, compreendendo as fases difíceis, e sempre de forma muito generosa, fez que tudo se tornasse possível. Agradecimentos especiais às inspiradoras Marli Billato de Oliveira e Margareth Ruberto.

Agradeço às minhas amigas Dani, Lu, Lívia, Sara, Déia, Kethy e Nelly pela amizade duradoura, que vem resistindo à distância e por compartilharem comigo as mesmas angústias, aflições, alegrias e conquistas. Valeu por tudo, inclusive pelos “Old (and gold) Times” suas fubangas.

Às primeiras veteranas que conheci, que me deram casa, comida, carinho, broncas, sábias dicas e com quem morei meu primeiro ano, vão meus agradecimentos. Eu não sou o orgulho de vocês “mamães” Manu e Catita?

Pela amizade e companheirismo que surgiram graças à UNESP, e que espero profundamente que dure muito mais independente dos rumos que tomemos, agradeço a todos os meus amigos, especialmente ao Jorge (nenis), Boi, Thomas, Zito, à Bia, Baby, Larvinha, He-mam.

Um agradecimento mais do que especial vai para Tibu e Cota, companheiras de República, colegas de balada, parceiras nos momentos difíceis, cúmplices de loucuras, compartes de gargalhadas, amigas para a vida. Acho que aqui cabe agradecer também à qualquer forma de força superior por ter nos apresentado :P

Agradeço aos colegas “cupins-lovers” Ives, Van, Lara, Laís, Dhara, Ju, por tornarem o trabalho mais divertido, pelas ajudas com coletas, com experimentos, e com programas de computador rrsrrsrs..... Agradecimento especial para Ives, que me co-orientou neste trabalho, obrigada por tudo que me ensinou, pela paciência e disposição.

Agradeço à Professora Dra. Ana Maria Costa Leonardo pelos ensinamentos nesses anos, pelo exemplo de amor e dedicação à ciência, pela oportunidade e claro pelos projetos que realizamos juntas, as ideias, dicas, ajuda e persistência.

Agradeço aos professores Dr. André Rodrigues e Dra. Alessandra Ike Coan pela ajuda na identificação das estruturas encontradas no conteúdo intestinal dos cupins. Agradeço ao técnico de laboratório Carlos Fernando Sanches pela ajuda nas análises químicas e à Dra. Célia Camargo-Dietrich por me apresentar e ajudar com a parte prática com os cupins.

Por fim, agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que possibilitou a realização deste trabalho, apoiando-o financeiramente.

RESUMO

Os Isoptera são insetos sociais cujas colônias apresentam diversas castas, as quais têm um rígido sistema de divisão de trabalho que visa otimizar a eficiência da colônia. Estas castas apresentam morfologia específica, que capacita estes indivíduos a desenvolverem determinadas tarefas com eficiência. Os cupins apresentam aparelho bucal mastigador, constituído pelas seguintes peças bucais: labro, mandíbulas, maxilas, lábio, epifaringe e hipofaringe. Sua dieta alimentar é celulósica e bastante variada, sendo que estes insetos podem se alimentar de madeira (em vários estágios de decomposição), gramíneas, plantas herbáceas, serapilheira, fungos, líquens, partes de artrópodes e húmus. O estudo desse tipo de dieta é muito difícil, uma vez que o material já se encontra bastante decomposto antes de ser ingerido pelo animal. *Cornitermes cumulans* é uma espécie de cupim nativa do Cerrado brasileiro, pertencente à família Termitidae, subfamília Syntermitinae, que constrói ninhos em montículos, ricos em argila, que podem atingir até 4 metros de altura. Na parte interna dos ninhos, pode-se observar galerias grandes e de aspecto arredondado e um centro celulósico de coloração escura, de textura lisa e pouco resistente, onde os cupins armazenam um alimento, que parece ser previamente mastigado e depois regurgitado. Mesmo com a grande ocorrência desta espécie de cupim nas áreas de pastagens, seus verdadeiros hábitos alimentares são ainda pouco conhecidos. As informações disponíveis são contraditórias, uma vez que não está esclarecido a qual grupo funcional *C. cumulans* pertence e se existe realmente uma alimentação “in situ” desta espécie no campo. Em vista do exposto, este estudo teve como objetivo geral esclarecer o hábito alimentar de *C. cumulans* e a natureza química do alimento armazenado no ninho para compará-lo com o alimento coletado pelos operários forrageiros no campo (gramíneas). Para isso, foi quantificado os elementos químicos Nitrogênio (N) e Carbono (C) dos referidos alimentos. Além disso, as peças bucais dos operários foram analisadas e um bioensaio foi realizado para verificar a preferência alimentar da espécie. O conteúdo do intestino (papo e pança) dos operários também foi analisado, com microscopia de luz, visando esclarecer a fisiologia alimentar da espécie. Os resultados mostraram que os cupins da espécie *C. cumulans* possuem um hábito alimentar bastante complexo, baseado

principalmente em alimentos de origem vegetal. As adaptações morfológicas nas mandíbulas e no canal alimentar permitem a estes insetos consumirem estes componentes. Além disso, esta espécie tem uma preferência alimentar por materiais em decomposição. A análise química mostrou que a quantidade de nitrogênio diminui com o armazenamento do alimento nos ninhos. Isto é um indicativo de que o armazenamento do alimento pode ser uma alternativa para redução prévia dos compostos tóxicos e/ou uma estratégia utilizada durante períodos de escassez de recursos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	07
2. OBJETIVOS.....	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3.1. Estudos morfológicos (Montagem total do canal alimentar e mandíbulas).....	12
3.2. Experimentos com diferentes itens alimentares.....	12
3.3. Análise química do alimento coletado e do alimento armazenado no ninho.....	13
3.4. Análise do alimento no Intestino por microscopia de luz.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1. Estudos morfológicos (Montagem total do canal alimentar e mandíbulas).....	16
4.1.1. <i>Mandíbulas</i>	16
4.1.2. <i>Canal alimentar</i>	17
4.2. Experimentos com diferentes itens alimentares.....	19
4.3. Análise química do alimento coletado e do alimento armazenado no ninho.....	21
4.4. Análise do alimento no Intestino por microscopia de luz.....	23
5. CONCLUSÕES.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

Os Isoptera são insetos sociais cujas colônias apresentam diversas castas, as quais têm um rígido sistema de divisão de trabalho. Estas castas apresentam morfologia específica, que capacita estes indivíduos a desenvolverem determinadas tarefas com eficiência (COSTA-LEONARDO, 2002). O modelo usual de evolução social estabelece que a divisão de trabalho nos insetos sociais contribui significativamente para a eficiência da colônia e para o sucesso reprodutivo (CALABI & TRANIELLO, 1986).

Entre os indivíduos reprodutores está o casal real, rei e rainha, que fundam os ninhos e permanecem neles durante toda a vida da colônia (COSTA-LEONARDO, 2002). Na linhagem áptera, os soldados são indivíduos que apresentam uma morfologia especializada para a defesa, tais como cabeça e mandíbulas fortemente esclerotizadas, contudo são incapazes de se alimentarem sozinhos. Os operários são responsáveis pela maioria das tarefas nas colônias, entre elas a coleta e processamento do alimento, construção do ninho e alimentação das outras castas e jovens. O número de operários e soldados nos cupinzeiros de *C. cumulans* em pastagens e cerrados depende de fatores como disponibilidade de recursos e necessidade de defesa (BRANDÃO et al., 1989).

Os cupins apresentam aparelho bucal mastigador, constituído pelas seguintes peças bucais: labro, mandíbulas, maxilas, lábio, epifaringe e hipofaringe. Pelo fato dos cupins serem detritívoros e constituírem um dos grupos dominantes na fauna do solo dos ecossistemas tropicais, estes insetos exercem um papel essencial na ciclagem de nutrientes (SLEAFORD et al, 1996). Além disso, como os cupins têm capacidade incomum de digerir celulose, eles congregam uma proporção considerável do fluxo de energia, atingindo biomassa elevada e ao mesmo tempo servindo de alimento para vários animais (WOOD; SANDS, 1978; PRINGLE et al., 2010).

A dieta alimentar dos cupins é celulósica e bastante variada, sendo que estes insetos podem se alimentar de madeira (em vários estágios de decomposição), gramíneas, plantas

herbáceas, serrapilheira, fungos, líquens, partes de artrópodes e húmus (SLEAFORD et al., 1996; LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007). Segundo Bandeira e Torres (1985) o fato dos cupins se alimentarem principalmente de madeira evidencia sua importância na liberação de nutrientes da vegetação morta para o ambiente. Esta liberação é feita vagarosamente e pode ser aproveitada pelas plantas uma vez que não sofre lixiviação.

De acordo com Sleaford et al (1996), é muito difícil o estudo da dieta de insetos detritívoros, caso dos cupins, uma vez que o material já se encontra bastante decomposto antes de ser ingerido pelo animal. Estudos sobre hábitos alimentares dos cupins têm privilegiado a fauna africana e asiática, razão do desconhecimento dos grupos funcionais em térmitas neotropicais (EGGLETON & TAYASU, 2001). Diferenças na fisiologia nutricional das diversas castas de Isoptera são conhecidas para algumas espécies de cupins e este fato pode ser constatado pela frequência na trofalaxia (MACHIDA et al, 2001), taxa de fixação de nitrogênio (BREZNAK et al, 1973), emissão de taxa de metano e hidrogênio (SUGIMOTO et al, 1998).

Cornitermes cumulans (Kollar) é uma espécie de cupim nativa do Cerrado brasileiro, pertencente a família Termitidae, subfamília Syntermitinae, que constrói ninhos em montículos, ricos em argila. Esta espécie é a mais comum e bem sucedida em pastagens e culturas no Brasil, assim como no Paraguai e Argentina (ARAÚJO, 1970; REDFORD, 1984). No Brasil, *C. cumulans* é a espécie mais frequente nas regiões sul e sudeste e no estado de Mato Grosso do Sul (CANCELLO, 1989; FERNANDES et al., 1998), e pode ser considerada uma espécie-chave devido a sua grande abundância e impacto sobre o ambiente (REDFORD, 1984; CONSTANTINO, 2005).

Esta espécie de cupim adapta-se com facilidade a ambientes modificados pelo homem, construindo seus ninhos em gramados à margem de rodovias. Além disso, podem invadir pastagens ou áreas onde prevalece vegetação herbácea e proliferam-se de maneira eficiente, podendo ser considerados pragas (CANCELLO, 1989).

Nas últimas décadas, o intenso desmatamento de florestas e áreas de Cerrado levou ao aumento da densidade populacional de cupinzeiros de *Cornitermes*, provavelmente por reduzir a competição interespecífica e por eliminar outras espécies de cupins (como os arborícolas) e de outros insetos, que não se adaptam ao ambiente desmatado. Além disso, com a eliminação da vegetação, alguns predadores naturais também podem ter desaparecido. A

eliminação de competidores e inimigos naturais somada à modificação do ambiente com um aumento de recursos alimentares, caso das implantações de pastagens, foram decisivos para o sucesso da espécie (FERNANDES et al., 1998).

A grande quantidade de cupinzeiros nas pastagens pode reduzir a área útil de pastejo, dificultar o manejo, servir de abrigo a animais peçonhentos e desvalorizar a propriedade agrícola. Contudo, deve-se considerar os cupins de montículos como uma praga estética, que difere de praga econômica, pois a relação custo/benefício pouco influencia na tomada de decisão para efetuar o controle (FERNANDES et al., 1998).

Com as pastagens, os solos acumulam uma grande quantidade de matéria seca como folhas, colmos e raízes mortas que são alimentos altamente favoráveis para estes cupins. Assim, os cupins de montículos em pastagens desempenham um importantíssimo papel, revertendo uma situação de desequilíbrio do solo. Estes insetos constituem um claro indicador biológico de degradação ambiental (FERNANDES et al., 1998).

Os montículos construídos por *C. cumulans* podem atingir um tamanho considerável, atingindo até 4m de altura. Estes ninhos variam em tamanho e coloração, dependendo da região onde estão localizados e da idade da colônia (FERNANDES et al., 1998). Em relação à idade, divide-se o desenvolvimento da colônia em três períodos pós-fecundação: 1) período juvenil, no qual a colônia apresenta apenas soldados e operários, 2) período adulto, em que ocorre produção regular de alados, 3) período senescente, em que a queda na produção de alados indica o declínio da colônia (NOIROT, 1969).

A construção dos ninhos desta espécie é realizada em três fases: a primeira é inteiramente subterrânea, na segunda é formada uma pequena parte epígea, e na terceira grande parte do ninho é epígea (GRASSÉ, 1958). Na parte interna dos ninhos, pode-se observar galerias grandes e de aspecto arredondado e um centro celulósico de coloração escura, de textura lisa e pouco resistente (FERNANDES et al., 1998), onde os cupins armazenam um alimento, que parece ser previamente mastigado e depois regurgitado (TORALES, 1982; COSTA-LEONARDO, 2005). O alimento armazenado é moldado em uma bola compacta mesclada com grânulos de solo (TORALES, 1982) e lacrado por um material fecal escuro (TORALES, 1982; COSTA-LEONARDO, 2005).

De maneira geral, os ninhos dos cupins apresentam um microclima diferente do ambiente ao redor, sendo mais influenciados pela temperatura, umidade relativa e atmosfera

interna (NOIROT, 1970). Assim, podemos considerar o cupinzeiro como uma forma de construção adaptada ao ambiente, que oferece no seu interior alternativas de microclimas, ajustados para a comunidade em cada época do ano (FERNANDES et al., 1998). Segundo Lee e Wood (1971), os ninhos de cupins são mais ricos em nutrientes do que o solo onde são construídos, com uma concentração superior de Ca, Mg e K por exemplo.

Negret e Redford (1982) e Canello (1989) afirmam que esses cupins alimentam-se de capim vivo ou morto. Cupins de montículos como *C. cumulans* proliferam rapidamente em áreas onde prevalece vegetação herbácea, especialmente onde são predominantes as gramíneas (FERNANDES et al., 1998). De acordo com Torales (1982) e Costa-Leonardo (2005) esta espécie se alimenta principalmente de folhas e raízes mortas. *C. cumulans* também já foi encontrada atacando raízes de milho e arroz, além de sementes de milho e estrume seco de boi (ARAÚJO, 1970). Milano e Fontes (2002) relatam a ocorrência de *C. cumulans* atacando madeira de piso úmida e degradada por fungos, presente em edificações. Costa-Leonardo (2005) comenta que cupins de ninhos, localizados nas clareiras de mata, preferem como alimento, madeiras que estejam em contato com o solo e que tenham sido previamente decompostas por fungos.

Fernandes e Alves (1992) realizaram estudos sobre a escolha do alimento de *C. cumulans* em laboratório e os resultados indicaram que esta espécie apresenta uma preferência por toletes de cana-de-açúcar, seguido por sementes de *Brachiaria* sp., sementes de milho secas ou gramíneas, e folhas secas de grama. Contudo, os autores só avaliaram os materiais preferencialmente levados para o ninho. Mais tarde, utilizando a mesma metodologia, Fernandes et al. (1998) concluíram que dentre 25 tipos de diferentes materiais. Os preferidos pela espécie foram bagacilho seco de cana-de-açúcar e cevada + arroz moídos, sendo o material menos carregado por *C. cumulans* foi as folhas secas de *Brachiaria* sp. Santos et al. (1996) analisaram a preferência alimentar de cupins *C. cumulans* por sete variedades de cana-de-açúcar e observaram que os cupins atacaram três dos sete tipos de cana.

Mesmo com a grande ocorrência desta espécie de cupim nas áreas de pastagens, seus verdadeiros hábitos alimentares são ainda pouco conhecidos (SANTOS et al., 1996). As informações disponíveis são contraditórias, uma vez que não está esclarecido a qual grupo funcional *C. cumulans* pertence e se existe realmente uma alimentação “in situ” desta espécie no campo.

2. OBJETIVOS

Em vista do exposto, o presente estudo teve como objetivo geral esclarecer o hábito alimentar de *C. cumulans* e a natureza química do alimento armazenado no ninho para compará-lo com o alimento coletado pelos operários forrageiros no campo. Além disso, foram analisadas as mandíbulas dos operários e o conteúdo do canal alimentar (papo e pança), visando esclarecer a fisiologia alimentar da espécie.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Insetos: Ninhos inteiros ou fracionados do cupim *Cornitermes cumulans* (Kollar) foram coletados em áreas localizadas no município de Rio Claro, SP (22°23'S, 47°31'O).

3. 1. Estudos morfológicos (Montagem total do canal alimentar e mandíbulas)

As mandíbulas foram isoladas da cabeça do operário e analisadas sob microscópio de luz. O canal alimentar do operário foi isolado, com auxílio de alfinetes entomológicos, dissecando a parte ventral do abdômen de um operário. Depois de isolado, o canal alimentar foi esticado sobre uma placa de dissecção e analisado sob microscopia de luz.

3.2. Experimentos com diferentes itens alimentares

No presente trabalho foram realizados bioensaios para testar a sobrevivência e o comportamento de *C. cumulans* frente a diferentes itens alimentares. Para cada experimento foram utilizadas cinco placas de Petri de 9 cm de diâmetro, nas quais foram colocadas uma tampa plástica com vermiculita umedecida e uma pequena porção de solo umedecido. Em cada placa foram colocados 30 operários e 3 soldados e o item alimentar a ser testado, que incluíam quatro diferentes alimentos: folhas secas de gramíneas, serragem de *Pinus* sã, serragem de *Pinus* em decomposição, e o próprio alimento que é armazenado dentro do ninho (FIGURA 1). O controle não conteve nenhum item alimentar. Todas as unidades experimentais foram mantidas em sala ambiente com temperatura controlada de $25 \pm 2^\circ\text{C}$. As placas foram examinadas diariamente para observação do comportamento dos insetos e verificação da sobrevivência, sendo que os indivíduos mortos foram retirados.

Os dados de mortalidade diária dos cupins e das curvas de sobrevivência foram analisados por meio do teste não-paramétrico de Log-rank, utilizando-se o software Grap-Pad (aplicativo *Prism 4*) com nível de significância de 5% (ELANDT-JOHNSON & JOHNSON, 1980).

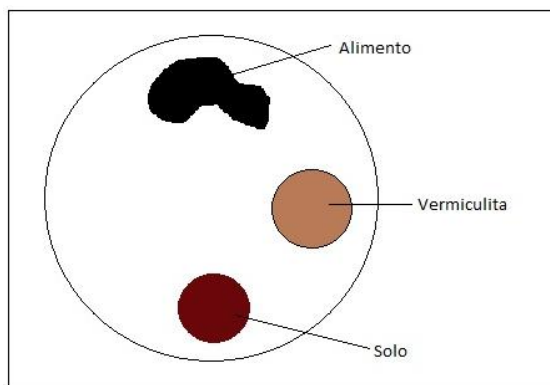


Figura 1 – Esquema representando a arena utilizada para o desenvolvimento dos bioensaios com diferentes alimentos.

3.3. Análise química do alimento coletado e do alimento armazenado no ninho

Amostras de alimentos estocados no ninho e de fragmentos de gramíneas provenientes das áreas de forrageamento de *C. cumulans* foram analisadas quimicamente e comparadas. Para isto, foram quantificados os elementos químicos nitrogênio (N) e carbono (C) das amostras coletadas.

CARBONO:

Para a quantificação de carbono, as amostras foram secas em estufa e tiveram suas massas avaliadas. Após este procedimento, estas amostras foram incineradas até destruição total da matéria orgânica. A massa total de matéria orgânica das amostras foi calculada subtraindo-se a massa de cinzas da massa da amostra seca.

Para realizar os procedimentos, foram utilizados cadinhos previamente calcinados a 550°C durante 1h para a eliminação de resíduos. Posteriormente, os cadinhos foram resfriados em dessecador para determinação da massa. Nestes cadinhos foram colocados aproximadamente 300 mg de amostra seca, que foi incinerada com elevação gradativa da temperatura, até 550°C, durante 4 h. Os cadinhos foram resfriados em dessecador por 1h para

determinar a massa do conjunto (cadinho + cinzas). Para o cálculo da porcentagem de matéria orgânica foi utilizada a fórmula a seguir:

% de matéria orgânica = $(e/c) \times 100$ sendo,

c = massa da amostra seca

e = massa de cinza

O cálculo do teor de carbono da matéria orgânica foi realizado utilizando-se o coeficiente de Andrade et al. (2008), o qual prevê a porcentagem de 43,7% da massa orgânica em gramíneas.

NITROGÊNIO:

A quantificação de nitrogênio das amostras foi iniciada pela digestão química do material, na qual o nitrogênio orgânico é transformado em amônia, e os compostos orgânicos são convertidos em CO₂, H₂O, entre outros. Posteriormente, foi realizada uma destilação, na qual a amônia foi separada e recolhida em solução receptora (ácida). Por meio de uma titulação, a amônia contida na solução receptora é quantificada, transformando o valor para %.

Para a digestão, as amostras foram dispostas em tubos de ensaio, aos quais foram adicionados 7 mL da solução digestora. Essa solução era composta por 2 g de selenito de sódio, 4 g de CuSO₄.5H₂O, 21,4 g de Na₂SO₄, 200 mL de H₂SO₄ e 175 mL de água destilada. Os tubos contendo a amostra mais solução foram aquecidos em temperaturas gradativas, iniciando a 100°C por 15 minutos, seguindo mais 15 minutos a 150°C, 45 minutos a 250°C e 45 minutos a 350°C. Ao final da digestão, as amostras apresentaram uma coloração verde-claro transparente.

As amostras foram resfriadas e posteriormente destiladas em um destilador de Markhan. Os tubos de ensaio contendo a solução digerida foram inseridos no destilador, seguindo da adição de 20 mL de solução de NaOH para a neutralização da solução. O gás liberado na destilação foi capturado em um erlenmeyer de 125 mL contendo 10 mL de solução de ácido bórico com 3 gotas da solução mista de indicadores ácido-base. A coloração do destilado, ao receber os vapores de amônia, mudou de vermelho para verde.

Após a destilação, procedeu-se a titulação da amostra com uma solução padronizada de ácido sulfúrico 0,01 N, até a mudança da coloração de verde para vermelho. A quantidade de ácido sulfúrico utilizada para a titulação foi utilizada no cálculo da porcentagem de nitrogênio da amostra.

Com os valores de porcentagem de carbono e nitrogênio das amostras de alimento dos diferentes ninhos e dos controles, foi calculada a razão C/N. A diferença entre a razão C/N do alimento armazenado e do controle foi analisada estatisticamente por meio de um teste *t* para amostras independentes ($\alpha = 0,05$).

3.4. Análise do alimento no Intestino por microscopia de luz:

Intestinos de operários de *C. cumulans* foram isolados e os segmentos do papo e da pança (P₃ ou 3º segmento proctodeal) foram separados. Cada segmento foi disposto sobre uma lâmina e posteriormente corado com 2 gotas de violeta de gensiana ou safranina, ambos a 0,05%. Em seguida, os segmentos foram macerados manualmente com alfinetes entomológicos durante alguns minutos até que o conteúdo intestinal fosse liberado e diluído na solução corante. Em seguida, colocou-se uma lamínula sob o material liberado para análise e documentação imediata sob microscopia de luz.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Estudos morfológicos (Montagem total do tubo digestivo e peças bucais)

4.1.1. Mandíbulas

As mandíbulas são os apêndices anteroventrais mais importantes da cabeça, tem grande importância na alimentação dos insetos e como caráter diagnóstico em chaves taxonômicas.

Na família Termitidae, que engloba os cupins superiores e da qual faz parte *C. cumulans*, há uma tendência para as mandíbulas direita e esquerda se tornarem menos assimétricas. Normalmente, há apenas dois dentes marginais na mandíbula esquerda, o primeiro e o terceiro. O primeiro dente marginal ocorre logo abaixo do dente apical e o terceiro acima da proeminência molar (FIGURA 2). Esses dentes formam uma lâmina larga e cortante. Na mandíbula direita, ocorrem apenas dois dentes marginais, o primeiro, logo abaixo do apical, e o segundo, acima da placa molar (FIGURA 2). A proeminência molar da mandíbula esquerda é longa, ultrapassando a borda cortante mandibular. A placa molar da mandíbula direita representa cerca de 1/3 do comprimento mandibular e é moderadamente côncava em *C. cumulans* (FONTES, 1987).

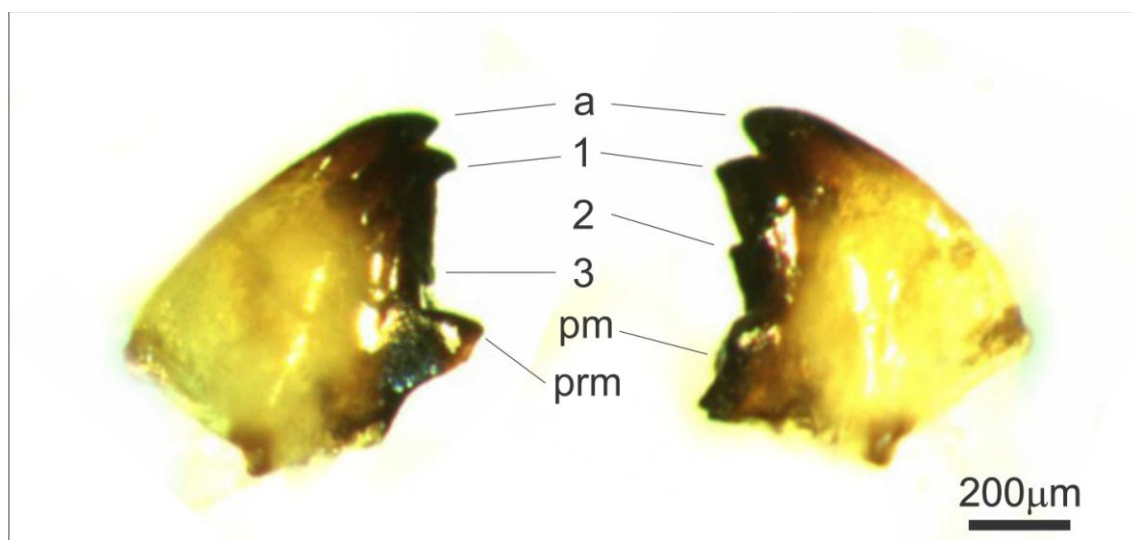


FIGURA 2: Mandíbulas esquerda e direita de operário de *C. cumulans*. Vista dorsal. a = dente apical; 1 = primeiro dente marginal; 2 = segundo dente marginal; 3 = terceiro dente marginal; pm = placa molar; prm = proeminência molar.

As mandíbulas de *C. cumulans* são do tipo cortantes, com margens afiadas, apropriadas para o corte de fibras vegetais, e regiões molares côncavas com estriação moderadamente desenvolvida que atuam na trituração das pequenas partículas cortadas (FONTES, 1987).

4.1.2. Canal alimentar

O canal alimentar ocupa uma grande parte do abdômen do cupim e apresenta um enrolamento específico. Ele pode ser dividido em 3 regiões distintas: o intestino anterior ou estomodeo, o intestino médio ou mesêntero e o intestino posterior ou proctodeo (FIGURA 3).

O intestino anterior é constituído pela faringe, por um curto esôfago, pelo papo, onde o alimento pode ser estocado, e pela moela muscular, que tritura o alimento. É separado do intestino médio pela válvula esofagiana.

O intestino médio é um tubo de diâmetro uniforme formado pelo mesêntero. Nessa região ocorre a maioria das atividades enzimáticas e de absorção. Entre o intestino médio e o intestino posterior há a válvula proctodeal, sendo nessa região de encontro dos dois intestinos que pode ser verificada a presença de 4 túbulos de Malpighi, que fazem parte do sistema excretor desses insetos.

A transição entre o intestino médio e o intestino posterior se estabelece obliquamente, de maneira que fica caracterizada a existência de um segmento misto. Este é longo e pouco desenvolvido, o prolongamento do mesêntero é simples e pouco dilatado na sua parte posterior (NOIROT; NOIROT-TIMOTHÉE, 1969).

O intestino posterior, por sua vez, é bem desenvolvido e apresenta cinco regiões bem características (FIGURA 3). A primeira região é o segmento proctodeal, o qual é tubular e dilatado. A segunda parte é denominada válvula entérica, que controla a passagem do conteúdo para o terceiro segmento, a pança. Esta região é extremamente dilatada e nela encontram-se bactérias simbiotes, bem como o material proveniente da alimentação desses insetos. O quarto segmento é um tubo estreito e contorcido denominado cólon. O quinto e último segmento é o reto, que é uma espécie de ampola alongada, extremamente musculoso e com grande capacidade de dilatação (FIGURA 3).

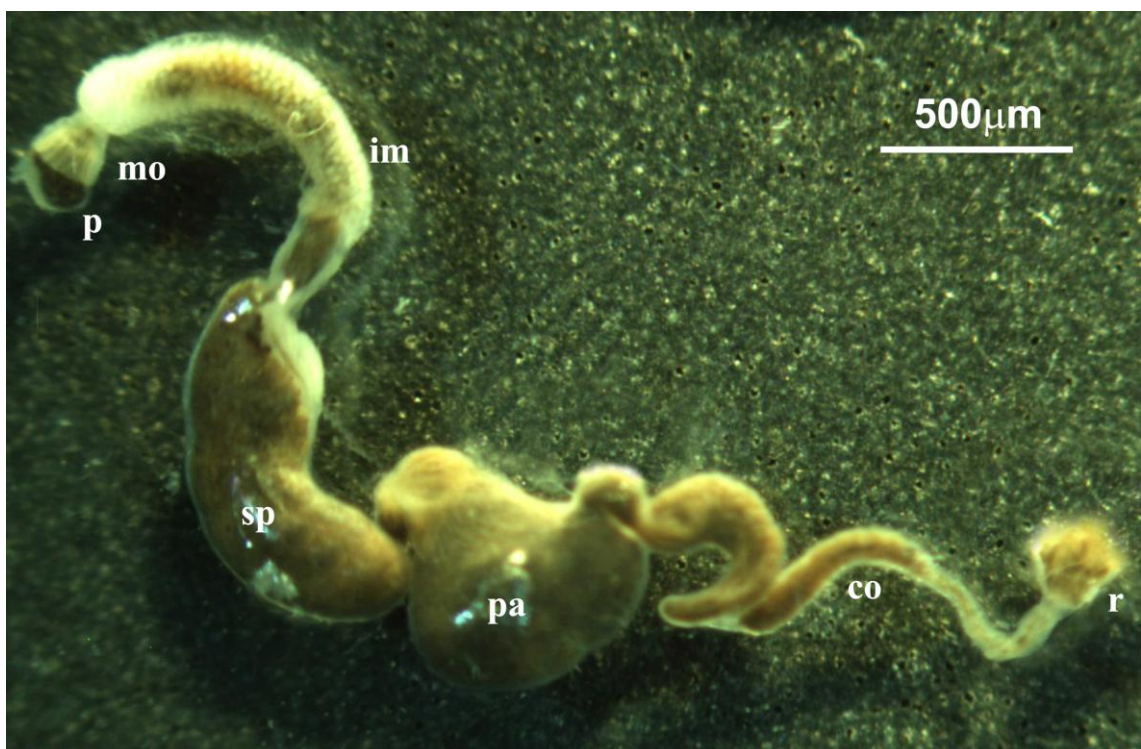


FIGURA 3: Parte do tubo digestivo de operário de *C. cumulans*. P = papo; mo = moela; im = intestino médio; sp = primeiro segmento proctodeal; pa = pança; co = cólon; r = reto.

4.2. Experimentos com diferentes itens alimentares

A análise dos dados mostrou que, dentre as fontes alimentares testadas, a que apresentou melhores resultados para a manutenção de grupos de cupins *Cornitermes cumulans* em placas de Petri sob condição de laboratório foi o próprio alimento armazenado no ninho, para o qual obteve-se uma sobrevivência de 59% durante o período experimental. Adicionalmente, a dieta com serragem envelhecida também apresentou resultados semelhantes, com uma sobrevivência de 55%, a qual não diferiu estatisticamente do experimento com alimento armazenado ($\chi^2 = 0,4064; P = 0,5238$) (FIGURA 4).

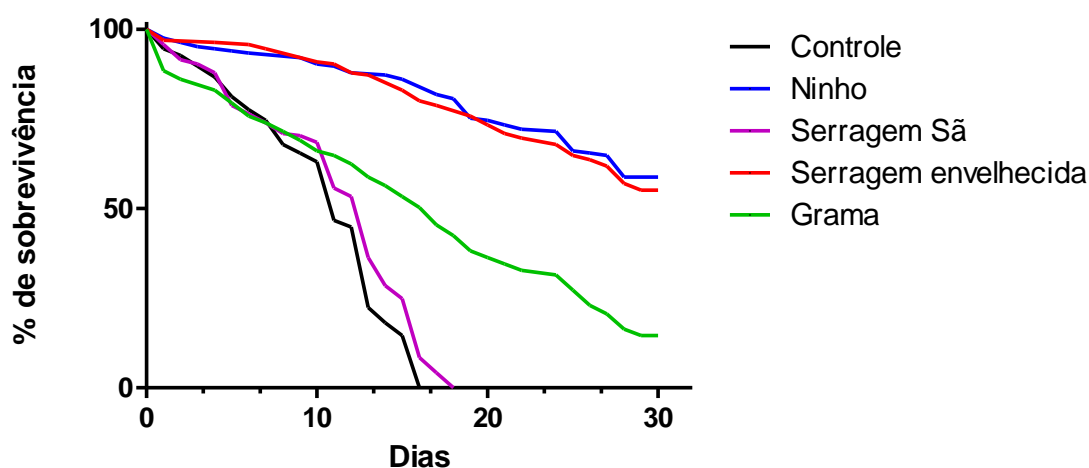


FIGURA 4. Curva de sobrevivência dos forrageiros de *C. cumulans* nos tratamentos com alimento do ninho, serragem sã, serragem envelhecida, grama e controle.

Esses resultados indicam que o tratamento com serragem envelhecida é tão eficiente quanto o alimento armazenado no ninho para manter os insetos em condições laboratoriais. Dessa forma, pode-se considerar a serragem envelhecida como uma fonte alimentar alternativa para a manutenção de *C. cumulans* em laboratório na ausência do alimento armazenado no ninho.

A decomposição da madeira deve ser importante para as mudanças das taxas de carbono e nitrogênio presentes na fonte celulósica. Desta forma, ingerir alimentos decompostos pode gerar algumas vantagens aos cupins, como o aumento na quantidade de

nitrogênio e outros nutrientes, aumento no conteúdo de umidade, pré-digestão do conteúdo da madeira, aquisição de bactérias fixadoras de nitrogênio, comumente associadas às raízes, acesso a nutrientes ricos em esporóforos fungais e desintoxicação da madeira e de extratos de plantas (MARTIN, 1979).

O tratamento com serragem sã, por sua vez, mostrou maior ineficiência na manutenção dos cupins no laboratório, sendo que os indivíduos sobreviveram somente até o 19º dia de experimentação. No controle, os cupins sobreviveram somente até o 17º dia, diferindo estatisticamente do tratamento com serragem sã ($\chi^2 = 8,270$; $P = 0,0040$) (FIGURA 4). O controle não continha fonte alimentar e, por isso, apresentou a menor sobrevivência, como era esperado.

A sobrevivência dos cupins no tratamento com grama foi significativamente menor do que aquela observada no tratamento com serragem envelhecida ($\chi^2 = 73,64$; $P < 0,0001$), mas maior quando comparada com o de serragem sã ($\chi^2 = 58,24$; e $P < 0,0001$) (FIGURA 4). De acordo com estes resultados, pode-se inferir que a dieta de grama foi intermediária na manutenção dos cupins no laboratório, uma vez que manteve alguns indivíduos vivos até o final do período de 30 dias (sobrevivência de 14,5%).

Os resultados mostraram que o consumo dos vários itens alimentares ocorreu em proporções diferentes, e por esse motivo, influenciou a taxa de sobrevivência dos indivíduos no laboratório. Não foi possível quantificar claramente este consumo, pois os insetos apresentaram um comportamento de recobrir os alimentos com fezes e solo. Muitas vezes, foram observados aglomerados de solo que envolviam os pedaços de alimentos, formando esferas duras de solo e alimento (FIGURA 5).

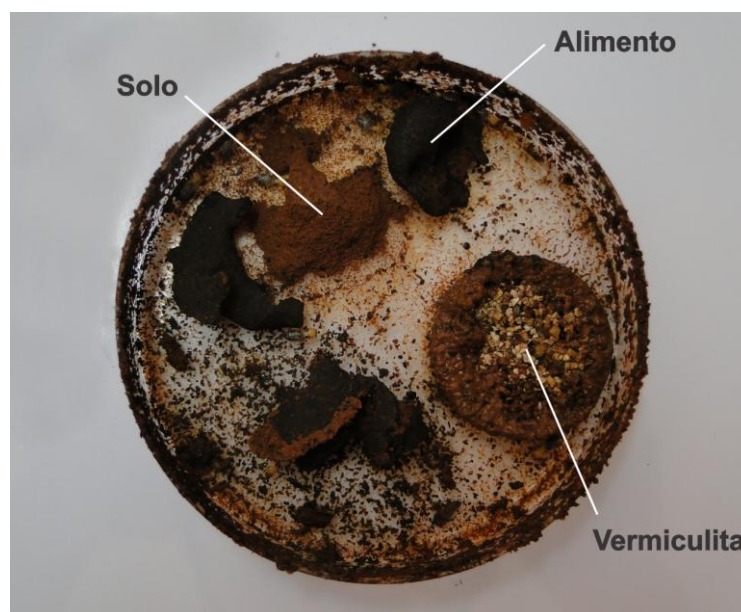


FIGURA 5: Placa experimental com o alimento controle. Item alimentar começando a ser encoberto por solo.

4.3. Análise química do alimento coletado e do alimento armazenado no ninho

A análise dos dados mostrou que os fragmentos de gramíneas apresentaram maiores quantidades de nitrogênio e carbono do que o alimento armazenado no ninho. Em vista disso, a razão C/N foi significativamente maior para o alimento armazenado no ninho quando comparado aos fragmentos de gramíneas ($P < 0,0001$, $t = 16,86$). Os dados obtidos podem ser observados na tabela 1.

Este resultado é um indicativo de que o alimento armazenado apresenta menos nitrogênio do que as gramíneas. Provavelmente, essa diminuição de nitrogênio e carbono no alimento armazenado seja decorrente de tratamento prévio (mistura com saliva) e das condições de armazenamento que propiciam sua alteração (mistura com solo).

O armazenamento do alimento pode ser uma alternativa para que haja uma redução prévia de compostos tóxicos presentes nas gramíneas. Além disso, a estocagem desse alimento nos ninhos de *C. cumulans* pode ser uma estratégia de alimentação das colônias frente a períodos de escassez de recursos, uma vez que esta espécie ocorre predominantemente no bioma Cerrado, no qual as queimadas são características.

A razão C/N foi significativamente maior no alimento armazenado no ninho quando comparada à das gramíneas (FIGURA 6), indicando que a estocagem não favorece um aumento de nitrogênio no alimento.

TABELA 1: Dados das análises químicas do alimento coletado e do alimento armazenado no ninho (em porcentagem).

Amostra	Nitrogênio	Carbono	Razão C/N
Alimento Ninho	4,13	34,55	8,36
Alimento Ninho	4,26	32,24	7,57
Alimento Ninho	4,04	34,34	8,5
Alimento Ninho	4,08	34,45	8,44
Alimento Ninho	4,33	32,58	7,52
Alimento Ninho	4,26	33,74	7,92
Alimento Ninho	4,95	32,66	6,6
Alimento Ninho	4,6	27,33	5,94
Alimento Ninho	4,17	31,91	7,65
Alimento Ninho	4,72	32,71	6,93
Alimento Ninho	4,2	29,89	7,12
Alimento Ninho	3,98	33,69	8,46
Gramínea	11,48	40,12	3,49
Gramínea	11,34	40,62	3,58
Gramínea	11,24	40,9	3,64
Gramínea	11,32	40,52	3,58
Gramínea	11,44	40,82	3,57
Gramínea	11,88	40,24	3,39
Gramínea	11,24	40,81	3,63
Gramínea	11,35	40,83	3,6
Gramínea	11,94	40,92	3,43
Gramínea	11,39	41,53	3,65
Gramínea	11,76	41,13	3,5
Gramínea	11,04	41,57	3,76

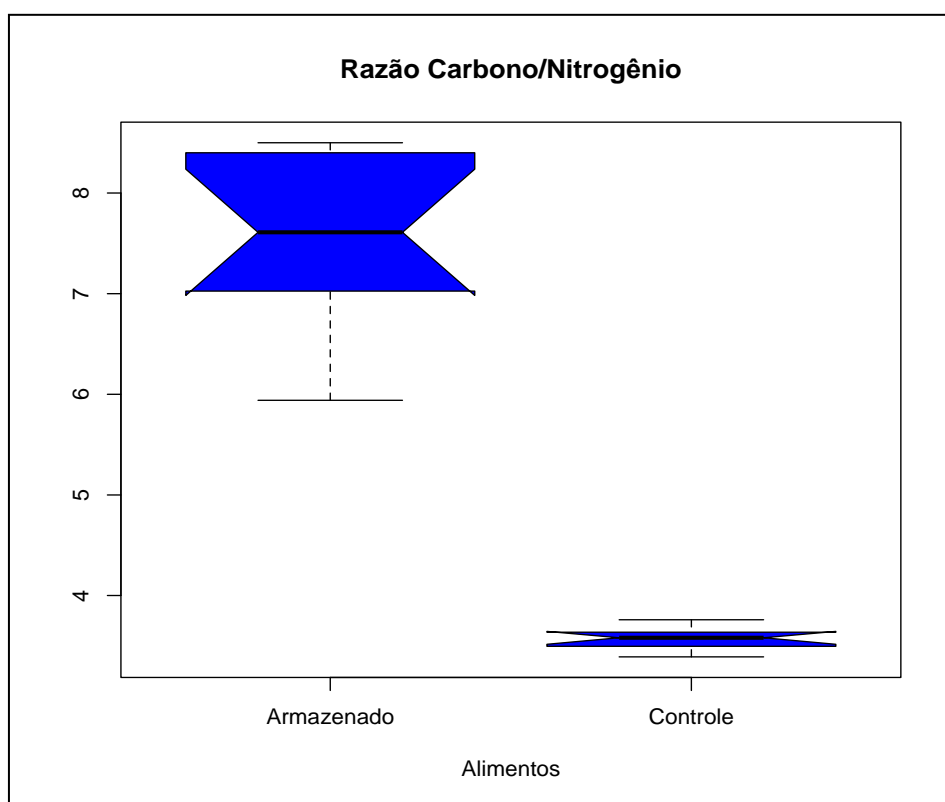


FIGURA 6: Razão C/N no alimento controle e no alimento armazenado em ninhos de *Cornitermes cumulans*.

4.4. Análise do alimento no intestino por microscopia de luz:

A análise qualitativa do conteúdo intestinal de *C. cumulans* por microscopia de luz mostrou uma variedade de materiais, dentre vegetais, fungos e minerais (TABELA 2). A maioria dos operários examinados continha pouco material no papo, possivelmente porque o material já havia sido ingerido ou sido passado a outro indivíduo via trofalaxia estomodeal.

Tabela 2. Diversidade de materiais encontrados no conteúdo intestinal de operários de *C. cumulans*.

MATERIAL	PANÇA	PAPO
Minerais	x	x
Fungos	x	
Células de tecido vascular	x	x
Elementos de vaso	x	x
Traqueídes	x	
Tricomas	x	
Fibras vegetais	x	x
Esclereídes		x
Tétrades de Micrósporos	x	

No conteúdo intestinal, foram observadas algumas estruturas características de vegetais. Nas lâminas, foi possível identificar tricomas (FIGURA 7A), que são apêndices epidérmicos das plantas, podendo ser encontrados em qualquer órgão vegetal, de forma permanente ou efêmera. Seu conteúdo é diversificado, podendo conter cloroplastos, cristólitos e outros cristais, suas paredes normalmente são celulósicas, mas podem espessar-se e sofrer lignificação, impregnação de sílica e carbonato de cálcio (ALQUINI et al., 2006). Também foram reconhecidas, e registradas com maiores frequências, células de tecido vascular (FIGURA 7B), como elementos de vaso (FIGURA 7C), que é um tipo de elemento traqueal do xilema, dotado de placa de perfuração, pela qual se comunicam, formando fileiras longitudinais (SCATENA; DIAS, 2009). Células do tecido de sustentação foram encontradas repetidas vezes, como esclereídes (FIGURA 7D), que são células do esclerênquima, tecido de sustentação, que possuem paredes secundárias espessas, muito lignificadas, podendo apresentar formatos diversificados (COSTA et al, 2009). Além disso, foram encontrados pedaços de fibras (FIGURA 7E), células longas de paredes celulares grossas, geralmente lignificadas, e com extremidades afiladas, encontradas como cordões ou feixes. Também foi observado um tétrede de micrósporos (FIGURA 7F), estrutura que origina um grão de pólen.

Além das estruturas vegetais, foram observadas algumas estruturas de fungos melanizados, como hifas e conídeos (FIGURA 7G) e elementos minerais (FIGURA 7H).

Esses resultados indicam que a alimentação desses cupins é baseada em componentes vegetais. *C. cumulans* é uma espécie nativa do cerrado e bastante comum em áreas de pastagens, nas quais alimentam-se de gramíneas, que são extremamente abundantes nessas regiões.

A presença de fungos no intestino também é relevante, pois esses insetos podem ingerir alguma planta parasitada por fungos, ou também, preferirem o consumo de alimentos em estado de decomposição, ou seja, que estão sendo ativamente degradados por fungos. O conídio observado na figura 7G é de um fungo dematiáceo, que são mais conhecidos como fungos negros ou melanizados. Estes possuem pigmentação escura devido à presença do complexo melanínico na sua parede celular (POLAK, 1990).

As espécies destes fungos vivem no solo, absorvendo os nutrientes oriundos da decomposição de matéria orgânica. Apesar de se apresentarem bem adaptados ao solo, a cada ano que passa têm surgido inúmeros relatos de espécies de fungos negros causando doenças em animais e em plantas (CALIGIORNE et al., 2010).

As células fúngicas são capazes de elaborar enzimas e ácidos orgânicos que têm a capacidade de desdobrar substâncias como celulose, açúcares, gorduras e proteínas transformando-as em compostos possíveis de serem assimiladas e utilizadas pelo fungo como fonte de energia para o seu crescimento e reprodução (CALIGIORNE et al., 2010). O solo é composto por uma variedade de partículas minerais, sendo que algumas partículas são incorporadas em órgãos específicos de algumas plantas, como é o caso da sílica, que está presente nas folhas das gramíneas e reveste alguns tricomas. Os cupins ingerem, juntamente com o material vegetal, partículas de solo, e este fato explica a ocorrência de minerais no conteúdo intestinal.

Na literatura é descrito que a presença de fragmentos de artrópodes no conteúdo intestinal de algumas espécies de cupins é frequente, porém nas análises realizadas no presente estudo com *C. cumulans* nenhum item relacionado foi identificado.

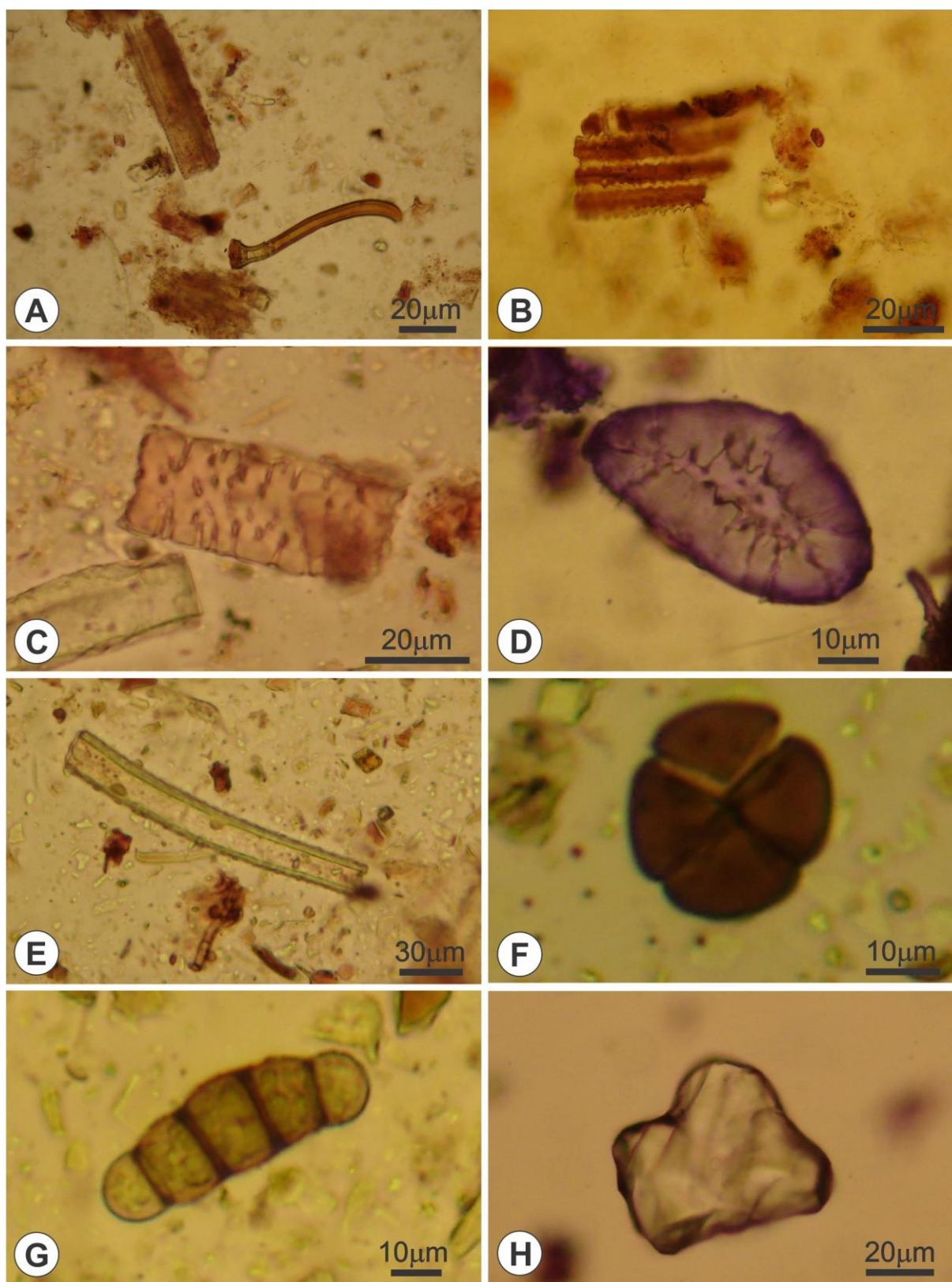


FIGURA 7: Estruturas presentes no conteúdo do papo e da pança de operários de *C. cumulans*. A = tricoma; B = célula de tecido vascular; C = elemento de vaso; D = esclereíde; E = fibra vegetal; F = tétrade de micrósporo; G = fungo; H = mineral.

5. CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho mostraram que os cupins da espécie *C. cumulans* possuem um hábito alimentar bastante complexo, baseado principalmente em alimentos de origem vegetal. As adaptações morfológicas nas mandíbulas e canal alimentar permitem a estes insetos consumirem estes componentes. Além disso, esta espécie tem uma preferência alimentar por materiais em decomposição, como no caso da serragem envelhecida, que apresentou ótimos resultados de sobrevivência dos cupins em condições laboratoriais. A análise química mostrou que a quantidade de nitrogênio diminui com o armazenamento do alimento nos ninhos. Isto é um indicativo de que o armazenamento do alimento pode ser uma alternativa para redução prévia dos compostos tóxicos e/ou uma estratégia utilizada durante períodos de escassez de recursos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, H. J.; BROOK, R.; IBRAHIM, M. Growth, production and carbon sequestration of silvopastoral systems with native timber species in the dry lowlands of Costa Rica. **Plant and Soil**, v. 308, p. 11-22. 2008

ALQUINI, Y.; BONA, C.; BOEGER M. R. T.; COSTA, C. G.; BARROS, C. F. Epiderme. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. (Eds). **Anatomia vegetal**. 2ªed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. Cap. 3, p. 87-108.

ARAÚJO, R. L. Termites of the neotropical region. In: KRISHNA, K; WEESNER, F. M. (Eds). **Biology of termites**, v. 2, New York: Academic Press, 1970. p. 527-571.

BANDEIRA, A. G., TORRES, M. F. P. Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v.2, p.13-38, 1985.

BRANDÃO, D., CURADO, A. M. S., SANTOS JR., L. L. Investimentos de colônias de *Cornitermes cumulans* (Isoptera) na produção de soldados, em ambientes de seleção “R” e “K”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 16, 1989, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zoologia, 1989. p. 183-184.

BREZNAK, J. A.; BRILL, W. J.; MERTINS, J. W.; COPPEL, H. C. Nitrogen fixation in termites. **Nature**, London, v. 244 p. 577-580. 1973

CALABI, P., TRANIELLO, J. F. A. Ecological correlates of physical and temporal age castes and flexibility of age-based division of labor in the ant *Pheidole dentate*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE IUSSI, 10, 1986, Munchen. **Anais...**Munchen, 1986. p. 48.

CALIGIORNE, R. B.; RESENDE, M. A.; OLIVEIRA, R. C. B. W; VALÉRIO, H. M.; CORDEIRO, R. A.; AZEVEDO, V. Fungos dematiáceos. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, n.11, 1999. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio11/fungos.pdf>>. Acesso em: 01 out 2012.

CANCELLO, E. M. **Revisão de *Cornitermes Wasmann* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae)**. 151 f - Tese de doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

CONSTANTINO, R. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma cerrado. In SCARIOT, A.O.; SILVA, J.C.S.; FELFILI, J.M. (eds.). **Biodiversidade, ecologia e conservação do cerrado**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Cap. 19, p. 319-333.

COSTA, C. G.; CALLADO, C. H.; CORADIN, V. T. R.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Xilema. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. (Eds).

Anatomia vegetal. 2ªed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. Cap. 5, p. 129-154.

COSTA-LEONARDO, A. M. **Cupins-praga: morfologia, biologia e controle**. Rio Claro, Ana Maria Costa-Leonardo (Ed.), 2002. 128p.

COSTA-LEONARDO, A. M. Arquitetos das pastagens e beiras de estradas. **Ciência Hoje**, Rio Claro, v. 36, n. 216, p. 62-65, 2005.

EGGLETON, P.; TAYASU, I. Feeding groups, lifetypes and the global ecology of termites. **Ecological Research**, v.16, n. 5, p. 941-960, 2001.

ELANDT-JOHNSON R. & JOHNSON N. L. **Survival models and data analysis**. New York: Wiley, 1980.

FERNANDES, P. M.; ALVES, S. B. Preferência alimentar de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera – Termitidae) as plantas cultivadas, em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 21, n. 2, p 125-132, 1992.

FERNANDES, P. M.; CZEPAK, C.; VELOSO, V. R. S. Cupins de montículos em pastagens: prejuízo real ou praga estética? In: FONTES, L.R.; BERTI FILHOE, E. **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998, p. 187-210

FONTES, L. R. **Cupins neotropicais da subfamília nasutitermitinae (Isoptera, Termitidae): morfologia do soldado e das mandíbulas do alado e operário, anatomia do tubo digestivo do operário e filogenia dos gêneros**. 141f. - Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 1987.

LEE, K. E., WOOD, T. G. **Termites and soils**. New York: Academic Press, 1971. 251 p.

LIMA J. T.; COSTA-LEONARDO, A. M. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). **Biota Neotropica**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 243-250. 2007.

MACHIDA, M.; KITADE, O.; MIURA, T.; MATSUMOTO, T. Nitrogen recycling through proctodeal trophallaxis in the Japanese damp-wood termite *Hodotermopsis japonica* (Isoptera: Termopsidae). **Insectes Sociaux**, v. 48, p. 52–56. 2001

MARTIN, M. M. Biochemical implications of insect mycophagy. **Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.**, v. 54, n, 1, p. 1-21, 1979.

MILANO, S.; FONTES, L.R. **Cupim e Cidade: Implicações ecológicas e controle**, São Paulo: Conquista Artes Gráficas. 2002. 142 p.

NEGRET, H. C. & REDFORD K. H. The Biology of Nine Termite Species (Isoptera: Termitidae) From the Cerrado of Central Brazil. **Psyche: A Journal of Entomology**, USA v. 89. p. 81-106. 1982.

NOIROT, C. Formation of castes in the higher termites. In: KRISHNA, K. WEESNER, F. M. (Eds.). **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1969, v.I. p. 311-350.

NOIROT, C. The nests of termites. In: KRISHNA, K., WEESNER, F. M., (Eds.). **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1970, v. II, p. 73-125.

- NOIROT, C.; NOIROT-TIMOTHEÉE, C. The digestive system In: KRISHNA, K., WEESNER, F. M., (Eds.). **Biology of termites**. New York: Academic Press, 1969, v.I, p.49-88.
- POLLAK, A. Melanin is a virulence factor in pathogenic fungi. **Mycoses**, v. 33, n. 5, p. 215-244, 1990
- PRINGLE, R. M.; DOAK, D. F.; BRODY, A. K.; JOCQUÉ, R.; PALMER, T. M. Spatial pattern enhances ecosystem functioning in an African savanna. **Plos biology**, v. 8, n. 5, p. 1-12, 2010.
- REDFORD, K. H. The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. **Biotropica**, v. 16, n. 2, p. 112 -119, 1984.
- SANTOS, M. M.; LIMA, S. O.; FERNANDES, P. M. Preferência alimentar de *Cornitermes cumulans* e *Cornitermes snyderi* a variedades de cana-de-açúcar em condições de laboratório. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**. Universidade Federal de Goiás, v. 26, n. 2, p. 65-69, 1996
- SCATENA, V. L.; DIAS, E. S. Parênquima, colênquima e esclerênquima. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. (Eds). **Anatomia vegetal**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2009. Cap. 4, p. 109-128
- SLEAFORD, F.; BIGNELL, D.E. & EGGLETON, P. 1996. A pilot analysis of gut contents in termites from the Mbalmayo Forest Reserve, Cameroon. **Ecological Entomology**. v. 21, p. 279 – 288.
- SUGIMOTO A.; INOUE T.; KIRTIBUTR N.; ABE, T. Methane oxidation by termite mound estimated by the carbon isotopic composition of methane. **Global Biogeochemical Cycles**. USA, v. 12, n. 4, p. 595-605. 1998.
- TORALES, G.J. Contribucion al conocimiento de las termites de Argentina (Pcia. De Corrientes) *Cornitermes cumulans* (Isoptera: Termitidae). **Facena**, v. 5, p. 97-133, 1982.
- WOOD, T. G., SANDS, W. A. The role of termites in ecosystems. In: M. V. BRIAN (ed.). **Production ecology of ants and termites**, Cambridge: Cambridge University Press, 1978. p. 245-392.

Rio Claro, 04 de outubro de 2012.

Gabriela Causeur Schönhaus (aluna)

Profa. Dra. Ana Maria Costa Leonardo (orientadora)

Ives Haifig (co-orientador)