INFLUÊNCIA DO **Dichotomius anaglypticus** (MANNERHEIM. 1829)
(COLEOPTERA : SCARABAEIDAE) NA FERTILIZAÇÃO DO SOLO
E NO DESENVOLVIMENTO DO MILHO (**Zea mays** L.)

MARIA HELENA CALAFIORI

Orientador: DR. SÉRGIO BATISTA ALVES

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Mestre em Entomologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro, 1979

Neste trabalho pensei em:

Deus, agradecendo e pedindo que o torne útil;

meus pais, que com o amor permitiram sua realização;

meus sobrinhos, Alessandra e Francisco, para que lhes seja um início.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Sérgio Batista Alves, pelo início e incentivo ao trabalho

Ao Dr. José Roberto Postali Parra, pela confiança e estímulo

Aos Engs. Agrs. Marco Consolaro, Cláudio Augusto Haas, Nilza Teixeira Leite e Nilva Terezinha Teixeira pelas sugestões e contribuições na instalação do experimento

Aos funcionários da Faculdade de Agronomia e Zootecnia "Manguel Carlos Gonçalves" pelo trabalho desenvolvido

Ao acadêmico Paulo Sérgio Ferreira da Silva pelas fotografias

À bibliotecária Maria Elizabeth Ferreira de Carvalho pela bibliografia

Ao Eng Agr Celso Henrique Zuppi da Conceição e Fundação Pinnhalense de Ensino pelo apoio

À Prof. Maria Jurema F. do Carmo Calafiori pela revisão do texto

Í N D I C E

	página
RESUMO.....	01
INTRODUÇÃO.....	04
REVISÃO DE LITERATURA.....	07
Incorporação do esterco ao solo, pelos coleópteros <u>co</u> prófagos.....	07
Influência dos coleópteros coprófagos na fertilidade do solo.....	10
Influência dos coleópteros coprófagos sobre o desen- volvimento de plantas.....	12
Influência dos fatores do ambiente no comportamento - dos coleópteros coprófagos.....	13
Aspectos da biologia dos coleópteros coprófagos.....	15
Utilização de coprófagos para controle de moscas e <u>ne</u> matóides, inimigos de bovinos.....	17
Inimigos naturais dos coleópteros coprófagos.....	17
Criação massal dos coleópteros coprófagos.....	18
METODOLOGIA.....	19
Espécie de coleóptero utilizada na pesquisa.....	19
Instalação dos experimentos.....	21
Delineamento experimental.....	21
Condução dos experimentos.....	24
Análise estatística dos resultados.....	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
Experimento com casais de <u>Dichotomius</u> <u>anaglypticus</u> (Mann.).....	29

1. Influência dos coleópteros sobre o solo.....	29
2. Influência dos coleópteros sobre o desenvol- vimento do milho <u>Zea mays</u> L.....	41
Experimento com fêmeas de <u>Dichotomius anaglypticus</u> - (Mann.).....	54
1. Influência dos coleópteros sobre o solo.....	54
2. Influência dos coleópteros sobre o desenvol- vimento do milho <u>Zea mays</u> L.....	63
Inimigos naturais dos coleópteros.....	75
CONCLUSÕES.....	77
SUMMARY.....	80
LITERATURA CITADA.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura	página
1. Médias mensais de temperatura durante o ano de 1978 para Espírito Santo do Pinhal - S.P.....	20
2. Médias mensais de precipitação durante o ano de 1978 para Espírito Santo do Pinhal - S.P.....	20
3. Caixa de madeira coberta por tela, com 20 divisões, para instalação do experimento.....	22
4. Caixa de madeira mostrando o experimento instalado, com os recipientes de plástico.....	22
5. Tratamento onde houve incorporação do esterco por 3 casais de <u>D. anaglypticus</u>	30
6. Tratamento onde houve a incorporação do esterco por 4 casais de <u>D. anaglypticus</u>	30
7. Representação da equação de regressão linear obtida entre teor de matéria orgânica no solo e incorporação de esterco por casais de <u>D. anaglypticus</u>	35
8. Representação da equação de regressão linear obtida entre teor de fósforo no solo e incorporação de esterco por casais de <u>D. anaglypticus</u>	37
9. Representação de equação de regressão linear obtida entre teor de potássio no solo e incorporação de esterco por casais de <u>D. anaglypticus</u>	38
10. Representação de equação de regressão linear obtida entre pH do solo e incorporação de esterco por casais de <u>D. anaglypticus</u>	40

Figura	página
11. Altura do milho obtida no experimento com casais de <u>D. anaglypticus</u>	41
12. Representação da equação de regressão linear obtida entre comprimento da planta e incorporação de esterco por <u>D. anaglypticus</u>	42
13. Representação da equação de regressão linear obtida entre diâmetro do caule e incorporação de esterco por casais de <u>D. anaglypticus</u>	44
14. Representação da equação de regressão linear obtida entre peso da parte aérea e incorporação de esterco por casais de <u>D. anaglypticus</u>	45
15. Representação da equação de regressão linear obtida entre comprimento da raiz e incorporação de esterco por casais de <u>D. anaglypticus</u>	47
16. Representação da equação de regressão linear obtida entre peso das raízes e incorporação de esterco por casais de <u>D. anaglypticus</u>	48
17. Representação da equação de regressão linear obtida entre produção e incorporação de esterco por casais de <u>D. anaglypticus</u>	49
18. Tratamentos do experimento com fêmeas <u>D. anaglypticus</u>	55
19. Representação da equação de regressão linear obtida entre teor de fósforo no solo e incorporação do esterco por fêmeas de <u>D. anaglypticus</u>	59

Figura	página
20. Representação da equação de regressão linear obtida entre teor de potássio no solo e incorporação do esterco por fêmeas de <u>D. anaglypticus</u>	61
21. Representação da equação de regressão linear obtida entre pH do solo e incorporação do esterco por fêmeas de <u>D. anaglypticus</u>	63
22. Altura do milho obtida no experimento com fêmeas de <u>D. anaglypticus</u>	65
23. Representação da equação de regressão linear obtida entre comprimento da planta e incorporação de esterco por fêmeas de <u>D. anaglypticus</u>	65
24. Representação da equação de regressão linear obtida entre diâmetro do caule e incorporação de esterco - por fêmeas de <u>D. anaglypticus</u>	67
25. Representação de equação de regressão linear obtida entre peso da parte aérea e incorporação de esterco por fêmeas de <u>D. anaglypticus</u>	69
26. Representação da equação de regressão linear obtida entre comprimento de raiz e incorporação de esterco por fêmeas de <u>D. anaglypticus</u>	69
27. Representação da equação de regressão linear obtida entre peso das raízes e incorporação de esterco por casais de <u>D. anaglypticus</u>	70
28. Representação da equação de regressão linear obtida entre produção e incorporação de esterco por fêmeas de <u>D. anaglypticus</u>	71

LISTA DE TABELAS

Tabela	página
1. Resultados da análise de solo usado para preenchimento dos vasos.....	23
2. Porcentagens médias de esterco não incorporado, por casais de <u>D. anaglypticus</u> , 8 e 35 dias após instalação do ensaio.....	31
3. Número de insetos mortos após incorporação do esterco, externamente aos vasos aos 35 dias do início do experimento.....	32
4. Médias de 5 repetições de resultados da análise de solo após incorporação do esterco por casais do <u>D. anaglypticus</u>	33
5. Testes F e Tukey, coeficiente de variação para os resultados de análise de solo feita para o experimento com casais de <u>D. anaglypticus</u>	34
6. Médias de 5 repetições de medidas de comprimento - de planta, diâmetro do caule, peso da parte aérea, comprimento e peso de raiz e produção do experimento com casais de <u>D. anaglypticus</u>	42
7. Testes F e Tukey, coeficiente de variação para comprimento de planta, diâmetro do caule, peso da parte aérea, comprimento e peso da raiz, produção do experimento com casais de <u>D. anaglypticus</u>	43
8. Porcentagem de plantas com deficiência de fósforo, antes e depois do florescimento no experimento com casais de <u>D. anaglypticus</u>	51

Tabela	página
9. Porcentagem de florescimento aos 132 e 139 dias do plantio do milho no experimento com casais de <u>D. anaglypticus</u>	53
10. Porcentagens médias de esterco não incorporado por fêmeas de <u>D. anaglypticus</u> , 8 e 35 dias após instalação do ensaio.....	54
11. Número de insetos mortos após incorporação, externamente aos vasos, aos 35 dias do início do experimento com fêmeas de <u>D. anaglypticus</u>	57
12. Médias dos resultados de 5 repetições de análise de solo após incorporação do esterco por fêmeas de <u>D. anaglypticus</u>	58
13. Testes F e Tukey, coeficiente de variação para os resultados da análise de solo do experimento com fêmeas de <u>D. anaglypticus</u>	59
14. Médias de 5 repetições de comprimento de planta , diâmetro do caule, peso da parte aérea, comprimento e peso da raiz e produção do experimento de <u>D. anaglypticus</u>	64
15. Testes F e Tukey, coeficiente de variação para comprimento de planta, diâmetro do caule, peso de parte aérea, comprimento e peso da raiz, produção do experimento com fêmeas de <u>D. anaglypticus</u>	66
16. Porcentagem de plantas com deficiência de fósforo, antes e depois do florescimento no experimento com <u>D. anaglypticus</u>	73

Tabela	página
17. Porcentagem de florescimento no experimento com fê- meas de <u>D. anaglypticus</u> aos 132 e 139 dias do plan- tio.....	75

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no "campus" experimental da Faculdade de Agronomia e Zootecnia "Manoel Carlos Gonçalves" - Espírito Santo do Pinhal - S.P. em condições naturais de temperatura e umidade, com o objetivo de avaliar a influência de casais e de fêmeas do Dichotomius anaglypticus (Mann., 1829), na fertilização do solo e conseqüentemente no desenvolvimento do milho (Zea mays L.).

Para esse estudo, foram instalados, em caixas cobertas inicialmente com telas contendo sacos de polietileno, com solo sem qualquer adubação, dois experimentos: o primeiro com casais de coleópteros e o segundo com fêmeas. O primeiro constou dos seguintes tratamentos: vasos sem esterco, vasos com esterco, vasos com esterco mais 3 casais; vasos com esterco mais 4 casais; e o segundo experimento, de: vasos sem esterco; vasos com esterco; vasos com esterco mais 6 fêmeas;

vasos com esterco mais 8 fêmeas.

Aos 35 dias da instalação, calculou-se a incorporação do esterco sendo, em média, de 110 gramas por casal e de 65 gramas por fêmea.

Com a retirada de amostra de solo, depois de 57 dias de ter sido colocado o esterco, pode-se observar que houve um aumento no teor de fósforo pela incorporação do esterco tanto por fêmeas como por casais sendo que estes também enriqueceram o solo em matéria orgânica.

O milho, cultivado após retirada do esterco que restou na superfície dos vasos, se desenvolveu melhor nos solos em que houve incorporação do esterco por casais e por fêmeas, obtendo no primeiro caso um desenvolvimento melhor quanto ao diâmetro do caule, peso da parte aérea e da raiz e uma maior produção. No experimento com fêmeas houve um aumento no comprimento da planta, diâmetro do caule, peso da parte aérea, peso e comprimento da raiz e na produção.

A porcentagem de florescimento de plantas foi maior nos vasos contendo coleópteros.

Foram observados besouros parasitados internamente por dípteros da família Phoridae, antes da instalação do

experimento quando permaneceram em recipientes com esterco e mesmo durante o desenvolvimento do trabalho.

INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da pecuária de leite e de corte, os criadores vêm adotando novas técnicas que propiciam maior produtividade das pastagens. Dentre essas, destaca-se a adubação que, sob o ponto de vista de nutrição animal, tornou-se imprescindível, pois, o rebanho bovino prefere pastorear áreas adubadas onde encontra forrageiras ricas em proteínas e mais palatáveis.

A incorporação da matéria orgânica do solo é de grande importância, pois, ela é a fonte principal de determinados elementos essenciais para as plantas e também porque concorre para a retenção de elementos como o cálcio, potássio, magnésio, ferro, cobre, manganês e zinco, os quais se tornam, na sua presença, não lixiviáveis e disponíveis para as plantas. Tanto o armazenamento de água quanto a circulação do ar no solo são favorecidos pela presença de matéria orgânica.

nica.

Em condições naturais, o adubo orgânico é encontrado em grandes quantidades representado pelos blocos de excrementos depositados pelos bovinos sobre as pastagens, que permanecendo na superfície do solo não trazem benefícios, pois ficam expostos às lavagens pela água e à ação do sol. Dessa forma, constituem substrato para o desenvolvimento das moscas que atacam o rebanho e fonte de inóculo de helmintos, parasitos dos bovinos.

A única maneira econômica e prática de se efetuar a incorporação dos excrementos depositados, sobre as pastagens, pelos bovinos é através de coleópteros coprófagos cuja ação traz consequências benéficas como a melhoria da qualidade do solo, redução da população de moscas e helmintos, possibilitando um menor uso de defensivo no controle desses parasitos.

Essa ação dos coleópteros coprófagos é confirmada por WATERHOUSE (1974) em estudos realizados na Austrália. Esse autor afirma trazer a presença dos coprófagos nas pastagens, um aumento da permeabilidade, da capacidade de absorção de água, da fertilidade do solo, bem como um melhoramento da aeração e estrutura do solo.

Abordando outro aspecto da atividade desses insetos, BRYAN (1973) estudou o efeito de Onthophagus gazella F. na liberação de larvas de helmintos das fezes de bovinos, mostrando que larvas de nematóides migraram de material fecal incorporado por esse besouro tornando os blocos de esterco helmintologicamente estéreis.

Assim, considerando a grande importância dos coleópteros coprófagos, desenvolveu-se esta pesquisa com o objetivo de avaliar, em condições naturais de temperatura e umidade, a influência do Dichotomius anaglypticus (Mann.) na fertilização do solo e a sua ação indireta sobre o crescimento do milho (Zea mays L.). Essa espécie, por ser considerada a mais importante na incorporação dos excrementos, em nossas condições, segundo ALVES (1977), foi escolhido para o desenvolvimento dos experimentos.

O melhor conhecimento da ação desses coleópteros fornecerá informações necessárias para que no futuro seja possível a utilização dos mesmos em projetos racionais de manejo de pastos.

REVISÃO DE LITERATURA

O assunto dessa dissertação foi pouco explorado, mesmo em relação a outras espécies de coleópteros coprófagos, que já estão sendo importadas pela Austrália, da África. Desse modo, a revisão de literatura foi feita com base em estudos gerais sobre a importância desses besouros nas pastagens e abordando aspectos de: incorporação do esterco, fertilização do solo, influência indireta no crescimento de plantas, condições favoráveis para o seu desenvolvimento, características biológicas de algumas espécies, controle de moscas e nematóides que prejudicam os bovinos, inimigos naturais desses coleópteros e criação massal.

Incorporação do esterco ao solo, pelos coleópteros coprófagos

BORNEMISSZA (1960) considera, na Austrália, como

Único retorno de nutrientes para as pastagens, os excrementos, sendo mais favoráveis do que fertilizantes artificiais. Contudo, afirma, não é suficientemente explorado, pois o esterco permanece na superfície e se torna duro e seco. Explica ocorrer isso devido à ausência de insetos coprófagos que em muitos outros países incorporam o esterco ao solo apressando sua decomposição.

BORNEMISSZA (1970) observou o Onthophagus gazella F. enterrando esterco para alimento de suas larvas tão rapidamente que se as populações de besouros eram da ordem de quatro insetos por 100 ml de esterco, a incorporação total do bloco de excremento ocorria dentro de 30 a 40 horas.

BORNEMISSZA e WILLIAMS (1970), citando trabalhos de Lindquist (1933), Teichert (1959) e Gillard (1967) referem-se às quantidades de esterco incorporadas por diversas espécies de coleópteros americanos, europeus e africanos.

NAKAMURA (1975) observou, no Japão, em teste de campo, que ocorre uma perda de 50% do esterco, na superfície do solo, quando coberto com um líquido para prevenir a invasão de animais, especialmente besouros do esterco.

HUGHES (1975), trabalhando na Austrália com Onthophagus spp e Proctophanes sculptus Hope, demonstrou ser a

incorporação do esterco de bovino não somente uma função do número de coleópteros coprófagos encontrados nos blocos de esterco, mas dependendo também de sua atividade que é afetada pela temperatura e condições do solo.

ALVES (1976) mediu a incorporação de esterco por Dichotomius longiceps (Taschb) calculando em cerca de 165 gramas e o revolvimento de terra em 371 gramas, em 13 dias. Em 1977, o mesmo autor informa ser a capacidade de incorporação, de Dichotomius anaglypticus (Mann.), em condições de laboratório, de 313 gramas de excremento por casal, em 60 dias.

HOLTER (1977) desenvolveu um experimento com os seguintes tratamentos: blocos de esterco sobre areia (testemunha); blocos de esterco sobre areia mais 95 larvas de Aphodius rufipes L. por bloco; blocos de esterco sobre solo e mais 35 a 40 minhocas (sendo a maioria Lumbricus terrestris L.) por bloco; blocos sobre solo mais 85 larvas de Aphodius rufipes L. e 35 a 40 minhocas por bloco de esterco. No primeiro tratamento houve uma perda de 16% de matéria orgânica; no segundo houve uma incorporação de 40% da matéria orgânica sendo atribuída a cada larva o enterrio de 0,62 gramas de esterco; no terceiro cada minhoca incorporou 0,75 gramas de esterco e no quarto, houve um efeito aditivo da ação do coleóptero e da minhoca, mas, não interação.

ALVES (1977) citando Luederwaldt (1929) mencio-

na que todas as espécies do gênero Dichotomius bem como de Phanaeus são consideradas úteis por transportarem o esterco, por meio de suas galerias, para dentro da terra.

Influência dos coleópteros coprófagos na fertilidade do solo

GILLARD (1967) compara os efeitos ecológicos de uma fauna de coleópteros coprófagos em pastagens da África do Sul com as de North Queensland (Austrália) onde esses insetos não existem. Calculou que de 13,6 kg de nitrogênio fecal, 80% se perdem nas pastagens onde não houve o trabalho dos besouros e apenas 15% onde esses coleópteros são ativos. Assim, pode ocorrer um retorno ao solo de 12,3 kg de nitrogênio, nas pastagens onde houve a incorporação do esterco pelos coleópteros e de 2,7 kg onde não houve atividade dos besouros.

BORNEMISSZA e WILLIAMS (1970) citam trabalhos de Kühnelt (1950) mostrando o efeito benéfico da atividade do besouro sobre o húmus para a formação do solo e de Bornemissza (1960) tratando da aceleração da disponibilidade de nutrientes à vida da planta com essa atividade.

Um experimento com Onthophagus australis Guérin foi executado por BORNEMISSZA e WILLIAMS (1970) para observar a influência do inseto na fertilidade do solo. Foram feitos

onze tratamentos sendo eles os seguintes: esterco mais besouro; esterco misturado com o solo; esterco somente; esterco removido da superfície do solo; somente besouros nos recipientes; atividade simulada do besouro; testemunha; nitrogênio mais potássio; fósforo mais potássio; fósforo mais nitrogênio; nitrogênio mais fósforo mais potássio. Nos tratamentos onde havia esterco mais besouro e esterco misturado ocorreu um aumento de nitrogênio, fósforo e potássio. Um pequeno aumento no teor desses elementos foi observado no tratamento que continha somente esterco.

RURAL RESEARCH (1972) informa que os termitas são os insetos mais frequentes na remoção do esterco, na Austrália, porém, levam meses nesse trabalho. O solo desse país possui baixa fertilidade e o nitrogênio do esterco é perdido na atmosfera quando permanece na superfície do solo. Os coleópteros coprófagos podem aumentar consideravelmente a fertilidade do solo pela incorporação mais rápida do esterco.

ALVES (1977), citando Lindquist (1933), relata a importância de alguns coprófagos para a fertilização dos solos, como Dichotomius carolinus (L.). Esta espécie incorpora 48,5 gramas de esterco e escava 287,1 gramas de solo para cada ninho que constrói.

ALVES e NAKANO (1977), em experimento com 1, 2

e 3 casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.) colocados em vasos com esterco, conseguiram um acréscimo de 0,3%, 0,5% e 0,7% de matéria orgânica respectivamente. Os teores de cálcio mais magnésio, fósforo aumentaram e o de potássio diminuiu.

Influência dos coleópteros coprófagos sobre desenvolvimento de plantas

WATERHOUSE (1974) obteve resultados importantes em experimentos executados para avaliar o efeito de besouro de esterco na produção de plantas. Correlacionou o aumento da fertilidade do solo com a dispersão do esterco pelos besouros, bem como, a melhoria da permeabilidade do solo à água. A estrutura, o conteúdo de húmus e o grau de aeração do solo são beneficiados com a presença dos coleópteros coprófagos.

Os efeitos desses besouros sobre a fertilidade do solo foram demonstrados pelo mesmo autor através do painço japonês. Essa planta cultivada em vaso com esterco mais besouro apresentou mais nitrogênio, fósforo e potássio do que quando cultivada em vasos com esterco somente, esterco removido algum tempo antes do plantio ou em recipientes sem esterco ou besouro. Também a produção do painço foi maior quando havia o coleóptero.

MACQUEEN e BEIRNE (1975) observaram os efeitos

do esterco de bovino e a atividade do coleóptero coprófago Onthophagus nuchicornis (L.) sobre o crescimento do trigo glabro Agropyron spicatum var. inerme Heller. Executaram os seguintes tratamentos: fezes frescas misturadas manualmente com o solo; trabalhadas pelo besouro e deixadas sobre o solo sem incorporação. A incorporação total do esterco aumentou a proteína da semente e o vigor geral da planta enquanto o enterrio de 37% do esterco pelos besouros causou um aumento de 38% na proteína em relação ao controle. Concluíram que poderá ocorrer uma melhoria do solo com a atividade dos besouros devido a recirculação dos nutrientes e aceleração da decomposição do esterco.

ALVES e NAKANO (1977) executaram um experimento para mostrar a importância do Dichotomius anaglypticus (Mann) sobre o crescimento do napier Pennisetum purpureum Shum. Os tratamentos foram: recipientes sem besouro (tratamento) e recipientes com esterco mais 1 casal de besouros, mais 2 casais, mais 3 casais. Com relação ao comprimento da planta houve uma diferença de 63 cm entre a testemunha e o tratamento com 3 casais, onde o esterco foi totalmente incorporado. O comprimento das raízes também foi afetado positivamente.

Influência dos fatores do ambiente no comportamento dos coleópteros coprófagos

RAINIO (1966) estudou, em condições de campo, no

sul da Finlândia, a abundância e a fenologia de escarabeídeos que vivem no esterco relacionando com tempo, lugar, natureza e idade do esterco. Foram coletadas 22 espécies de escarabeídeos, 5 de histerídeos e 5 silfídeos. Observou, também, que na primavera os besouros adultos foram mais abundantes no esterco.

ANDERSON e COE (1974) observaram a atividade de coleópteros coprófagos, no Kênia, sobre esterco de elefante. A atividade desses besouros é maior na estação chuvosa que nas secas e consideram as espécies de Onthophagus, Onitis e Aphodius tornando, o esterco acumulado, mais solto e com maior aeração o que, provavelmente, aceleraria a perda de água.

WILLE et alii (1974) encontraram Megathoposoma candezei (Harold) vivendo em vários tipos de alimentos, inclusive no esterco de bovino e verificaram que sua atividade é maior no período da manhã sendo quase nula à tarde. Esse inseto reagiu a uma fonte de alimento localizada a uma distância de até 75 metros.

FERRAR et alii (1975) registraram o insucesso da remoção do esterco pela liberação de 500 indivíduos de Onthophagus gazella (F.) e 500 de O. binodis (Thnb.), em Norfolk Island - South Pacific, sendo a causa principal, a estiagem.

KINGSTON e COE (1977) estudaram a biologia de um coleóptero gigante incorporador de esterco, Helicocopris dilloni, o qual durante as estações chuvosas bianuais é o mais importante agente da remoção do esterco do elefante, no Kênia. A profundidade que esses besouros enterram o esterco está possivelmente relacionada com as condições inadequadas e variáveis próximas à superfície do solo e também para evitar a ação de predadores.

NEALIS (1977), estudando a fauna de besouros do esterco em 6 "habitats" no sul do Texas, observou que a maioria dos escarabeídeos coletados mantinham uma associação com um determinado tipo de solo e cobertura vegetativa e que esses dois fatores influenciam o trabalho dos coleópteros na remoção do esterco.

Aspectos de biologia dos coleópteros coprófagos

HALFFTER e MATTHEWS (1966) mencionam que há uma cooperação entre os casais de coleópteros coprófagos para escavar o ninho e abastecê-lo com esterco, na espécie Dichotomius carolinus (L.) e nos gêneros Copris, Phanaeus e Bubas. O esterco enterrado é utilizado tanto na alimentação como na procriação desses insetos.

BORNEMISSZA (1969) descreve o tipo de ninho

construído pelo Oniticellus cinctus F. Nesta espécie a escavação do solo parece ser feita por ambos os sexos.

BORNEMISSZA (1971), em estudos com Onthophagus compositus Lea, informa que o macho e a fêmea trabalham juntos para escavar cavidades sobre blocos de esterco e o número de peras de incubação por ninho variam de 4 a 6. Durante a fase de criação, a espécie revolveu 50 a 80 gramas de solo e conseguiu enterrar cerca de 2,21 gramas de esterco.

FINCHER (1972) relata que as galerias dos ninhos de Phanaeus index Mac Leay são feitas próximas de depósitos fecais através da cooperação entre machos e fêmeas.

Edmonds e Helffter (1972) citados por ALVES (1977), observaram que na espécie Dichotomius carolinus (L.) é a fêmea quem abastece o ninho, mas pode ser inicialmente ajudada pelo macho.

ALVES e NAKANO (1978) estudando a biologia do Dichotomius anaglypticus (Mann.) observaram que a fêmea leva o esterco para o fundo da galeria após abrir o canal para formar a pêra de incubação e 4 a 5 horas depois o casal começa a enterrar o esterco para armazenamento e alimentação.

Utilização de coprófagos para controle de moscas e nematóides, inimigos de bovinos

BORNEMISSZA (1960) considera ser a velocidade de enterrio do esterco um fator crítico no controle da mosca afirmando que se a metade de um bloco de esterco bovino é enterrado dentro das primeiras 24 horas, poucos ou mesmo nenhum adulto de mosca emerge.

LEGNER e OLTON (1970) estudaram, em áreas dos Estados Unidos, onde galinhas, cavalos, bovinos estavam confinados, as populações de predadores de moscas que vivem no esterco. Encontraram entre esses predadores, alguns coleópteros coprófagos que têm hábitos, também, saprófagos e necrófagos além da predação.

Inimigos naturais dos coleópteros coprófagos

LIPA (1969) relata a presença de Plistophora geotrupina, um microsporídeo parasito de intestino e tubos de Malpighi de algumas espécies de Geotrupes que vivem no esterco.

LIPA e BARTKOWSKI (1972) estudaram a origem virológica de corpos que infectam Geotrupes sylvaticus Panzer.

ALVES e NAKANO (1978) comunicam que os besouros

adultos da espécie Dichotomius anaglypticus (Mann.) podem ser predados por sapos (Bufo sp.), coruja-do-cupim (Speotyto cunicularia grallaria) e a pupa do coleóptero, nas condições de laboratório, pode ser parasitada por um fungo não identificado.

Criação massal dos coleópteros coprófagos

BLUME e AGA (1975) descrevem um método para criação massal de Onthophagus gazella F. O período de desenvolvimento de ovo a adulto foi em média 29,8 dias e a progênie, 90 indivíduos por fêmea.

ALVES e NAKANO (1978) criaram em laboratório a espécie Dichotomius anaglypticus (Mann.) obtendo uma geração anual, com um ciclo de vida de ovo a adulto de 265 a 290 dias e adultos com longevidade ao redor de 100 dias. O número máximo de ovos por fêmea foi 2, sendo, porém, mais comum somente um ovo.

METODOLOGIA

Toda a pesquisa foi desenvolvida no "campus" experimental da Faculdade de Agronomia e Zootecnia "Manoel Carlos Gonçalves" de Espírito Santo do Pinhal - S.P., tendo sido iniciada em dezembro de 1977 e finalizada em janeiro de 1979.

Os experimentos foram conduzidos em condições naturais e os valores de temperatura e precipitação mensais, que constam das Figuras 1 e 2, foram obtidos do Instituto Agrônomo de Campinas e corrigidos para a região de Espírito Santo do Pinhal.

Espécie de coleóptero utilizado na pesquisa

Foi escolhida a espécie Dichotomius anaglypticus (Mann., 1829) (Coleoptera: Scarabaeidae) que após coletada com armadilha luminosa, provida de lâmpada F15/LDU, no "campus"

experimental da Faculdade de Agronomia e Zootecnia "Manoel Carlos Gonçalves" foi mantida por uma semana em recipiente de plástico com esterco.

FIGURA 1 - Médias mensais de temperatura durante o ano de 1978 para Espírito Santo do Pinhal-S.P.

FIGURA 2 - Médias mensais de precipitação durante o ano de 1978 para Espírito Santo do Pinhal-S.P.

Essa espécie, segundo ALVES (1977), é considerada a mais importante no Estado de São Paulo para incorporação da matéria orgânica ao solo.

Instalação dos experimentos

Foram instalados em caixas de madeira, com 20 divisões, medindo cada uma 30 x 30 x 30 cm., com cobertura de telas, cujos orifícios mediam 1 mm², e que isolavam os tratamentos impedindo a passagem dos insetos, mantendo assim o número inicial de coleópteros por vaso (Figuras 3 e 4).

Em cada divisão foi colocada um saco de polietileno branco de 20 cm. de diâmetro e 28 cm. de altura. Os vasos receberam, em 23/12/1977, substrato representado por subsolo Podzólico vermelho amarelo orto, peneirado, sem qualquer adubação prévia e analisado nos laboratórios do Departamento de Química, Solos e Tecnologia da Faculdade de Agronomia e Zootecnia "Manoel Carlos Gonçalves", cujos resultados constam da Tabela 1.

Foram colocados, em 4/4/1978, 500 gramas, por vaso, de esterco fresco de bovino alimentado em pastagem de capim gordura (Melinis minutiflora Beauv.) e capim elefante, variedade napier (Pennisetum purpureum Shum). No mesmo dia foram introduzidos nos recipientes do 1º experimento, casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.) e nos do 2º experimento, fêmeas da mesma espécie, sendo todos sexados segundo ALVES (1977).

FIGURA 4 - Caixa de madeira mostrando o experimento instalado, com os recipientes de plástico.

FIGURA 3 - Caixa de madeira coberta por tela, com 20 divisões, para instalação do experimento.

TABELA 1 - Resultados da análise de solo usado para preenchimento dos vasos.

Amostra	pH	% m.org.	$\mu\text{g/ml}$ TFSA		emg/100 ml TFSA	
			P	K ⁺	Ca + Mg	Al
única	6,4	1,9	2	37	6,3	-

Delineamento experimental

Foi usado o esquema estatístico de experimento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições.

Os tratamentos foram os seguintes nos experimentos:

a) Experimento com casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.)

Tratamentos:

1. Vaso sem esterco e sem besouro.
2. Vaso com esterco e sem besouro.
3. Vaso com esterco e 3 casais de besouros.
4. Vaso com esterco e 4 casais de besouros.

b) Experimento com fêmeas de Dichotomius anaglypticus (Mann.)

Tratamentos:

1. Vaso sem esterco e sem besouro.
2. Vaso com esterco e sem besouro.
3. Vaso com esterco e 6 fêmeas.

4. Vaso com esterco e 8 fêmeas.

Condução dos experimentos

a) Influência dos coleópteros sobre a fertilidade do solo.

Após 8 e 35 dias do início da pesquisa com os insetos, as caixas foram abertas para observação da incorporação do esterco e cálculo da porcentagem restante na superfície do solo, o qual foi feito por comparação com os recipientes onde não foram colocados os coleópteros.

Também aos 35 dias foram contados insetos mortos encontrados externamente aos vasos bem como aqueles que sofreram a ação de inimigos naturais.

Amostras de solo dos vasos foram colhidas 57 dias após terem sido colocados os besouros. Para essa coleta foi retirado o esterco restante da superfície e não incorporado e com um recipiente de 12 cm. de altura e 6,5 cm. de diâmetro se retirou o solo no centro dos vasos e na profundidade atingida pelo recipiente.

Essas amostras foram enviadas aos laboratórios, da Faculdade de Agronomia e Zootecnia "Manoel Carlos Gonçalves" para análise dos teores de:

1. Matéria Orgânica;
2. Fósforo;
3. Potássio;
4. Cálcio mais Magnésio;
5. pH.

b) Influência dos coleópteros sobre o desenvolvimento do milho (Zea mays L.)

Na mesma data em que retirou as amostras de solo, 31/5/1978, foram semeadas 3 sementes de milho, da variedade HMD7974, por vaso. A germinação ocorreu após 12 dias do plantio.

Com 20 dias foram encontradas algumas plantas parcialmente danificadas e a partir desse dia foram executadas 3 pulverizações com Fosvan 100 CE (Diclorvos) sendo as primeiras feitas com a dosagem de 100 ml por 100 litros de água e a última com 200 ml. por 100 litros de água.

Após 27 dias do plantio foram deixadas 2 plantas por vaso e com 34 dias novo desbaste foi feito ficando 1 planta por tratamento.

Aos 27, 41, 61, 77, 89, 105 e 109 dias do plantio foram feitas as seguintes observações:

1. Comprimento da planta - foi considerado o comprimento do solo à abertura do cartucho e medido com régua milimetrada;
2. Diâmetro do caule - foi utilizado, para essa medida, um paquímetro, colocado abaixo da folha mais velha da planta;
3. Sintomas de deficiências minerais - foram observados segundo MALAVOLTA (1967):

Nitrogênio - folhas amarelas, as mais velhas secam no centro formando um V cujo vértice fica na base das folhas; colmos finos, espigas afiladas e sem grãos.

Fósforo - folhas roxas no início do crescimento, maturidade atrasada, espigas pequenas com as pontas sem grão e encurvadas.

Potássio - Folhas amarelas com as pontas e margens queimadas, internódios curtos, pouca resistência ao acamamento, espigas sem grão nas pontas, grãos se desprendem facilmente.

Cálcio - as pontas das folhas mais internas ao se desenvolverem grudam umas nas outras.

Magnésio - folhas mais velhas com estrias verdes e amarelas no sentido longitudinal, as áreas claras entram em necrose.

As observações quanto à porcentagem de florescimento e sintomas de deficiência mineral (segundo MALAVOLTA, 1967) foram realizados aos 132 e 139 dias do plantio.

A colheita foi feita em duas etapas: aos 180 dias e 195 dias do plantio e com o término do ciclo da planta foram realizadas as seguintes observações:

1. produção- as espigas foram pesadas no dia da colheita juntamente com a palha;
2. comprimento e peso das raízes - as raízes foram retiradas dos vasos com jatos de água no mesmo dia em que foi feita a última colheita. Juntamente com a parte aérea foram levadas para o laboratório de Entomologia onde ficaram por um dia. No dia seguinte foram separadas da parte aérea, lavadas e medidas no seu maior comprimento. Colocadas a secar, foram pesadas após 19 dias;
3. peso da parte aérea- a parte aérea separada acima das primeiras raízes, foi pesada um dia após ter sido retirada dos vasos e onde já estavam secas.

Análise estatística dos resultados

O cálculo estatístico foi executado segundo PIMENTEL GOMES (1966). Foi feita a análise de variância para regressão linear e tratamentos.

Para comprimento da planta e diâmetro do caule,

foram consideradas as médias de 7 e 6 observações respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento com casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.)

1. Influência dos coleópteros sobre o solo

1.1. Incorporação do esterco

Através das Figuras 5 e 6 pode-se observar os orifícios abertos pelos besouros para a incorporação do esterco e o restante na superfície do solo. Os resultados obtidos da comparação entre vasos com e sem coleópteros, transformados em porcentagem, constam da Tabela 2 e foram calculados aos 8 e 35 dias do início da pesquisa. Esses dados mostram um maior enterrio por maior número de casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.).

Com observações semelhantes, BORNEMISSZA (1970)

estudando a espécie *Onthophagus gazella* F., encontrou blocos de esterco totalmente destruídos e enterrados em 30 a 40 horas quando havia 4 insetos por 100 ml. de esterco.

FIGURA 5 - Tratamento onde houve incorporação do esterco por 3 casais de D. anaglypticus.

FIGURA 6 - Tratamento onde houve a incorporação do esterco por 4 casais de D. anaglypticus.

Sob esse mesmo aspecto, HUGHES (1975) discorda, demonstrando não ser a incorporação do esterco somente proporcional ao número de coleópteros, mas, dependendo também da temperatura e condições do solo que afetam a atividade desses insetos.

TABELA 2 - Porcentagens médias de esterco não incorporado, por casais de D. anaglypticus (Mann.), 8 e 35 dias após instalação do ensaio.

Tratamentos	% 8 dias	% 35 dias
Sem besouro	100	100
3 casais	70	34
4 casais	25	11

A quantidade de esterco incorporada por Dicho - tomus anaglypticus (Mann.) nesse experimento foi de 110 gramas, por casal, aos 35 dias. Para a mesma espécie ALVES (1977) calculou, em condições de laboratório, 313 gramas de excremento incorporado, por casal, em 60 dias. Trabalhando com Aphodius, HOLTER (1977) observou uma incorporação de 40% de esterco por indivíduo, sendo atribuída a cada larva o enter - rio de 0,62 gramas.

1.2. Permanência dos coleópteros no interior dos vasos

Após 35 dias da instalação do ensaio, fo-

ram encontrados insetos mortos externamente aos vasos numa proporção de 34% de machos e 34% de fêmeas.

Pela observação da Tabela 3 pode-se calcular que no tratamento com 3 casais de coleópteros, 18 insetos continuaram no interior dos vasos ou saíram quando as telas foram retiradas e naquele com 4 casais, ocorreu o mesmo com 28 coleópteros, presumindo-se que alguns tivessem procriado.

TABELA 3 - Número de insetos mortos após incorporação do esterco, externamente aos vasos, aos 35 dias do início do experimento.

Tratamentos	1ª		2ª		3ª		4ª		5ª	
	machos	fêmeas	machos	fêmeas	machos	fêmeas	machos	fêmeas	machos	fêmeas
3 casais	2	1	2	2	3	1	-	-	-	1*
4 casais	3	3	1	-	1	3	-	1*	-	-

* parasitados

Com a retirada das plantas, após o término do seu ciclo, não foram encontrados os insetos no interior dos vasos e nem mesmo peras de incubação, concluindo que a incorporação do esterco pelos coleópteros foi feita somente para alimentação e não para procriação. Possivelmente esses insetos após o enterrio e com a retirada das telas, saíram indo originar a progênie em outro local.

1.3. Fertilização do solo

1.3.1. Teor de matéria orgânica

Verifica-se pela Tabela 4 e Figura 7, um aumento no teor de matéria orgânica nos tratamentos em que houve atuação dos coleópteros, sendo que em vasos com 4 casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.) o aumento foi menor o que não corresponde a maior incorporação de esterco observada na Tabela 2.

TABELA 4 - Médias de 5 repetições de resultados da análise de solo após incorporação do esterco por casais do D. anaglypticus (Menn.).

Tratamentos	pH	% m. org.	$\mu\text{g/ml}$ TFSA		emg/100 ml TFSA
			P	K ⁺	Ca + Mg
Sem esterco	6,82a	0,74a	2,4a	36,6a	3,82
Com esterco	6,56a	0,76ac	5,6a	183,8b	4,50
3 casais	7,32a	1,18bc	31,2b	195,0b	3,74
4 casais	7,08a	1,04ec	28,8b	183,8b	4,17

Com uma dms a 5%, a análise estatística mostra, porém, que houve uma diferença somente entre o tratamento com 3 casais e aqueles sem esterco, (tabela 5).

A incorporação do esterco pelos besouros, apesar

TABELA 5 - Testes F e Tukey, coeficiente de variação para os resultados de análise do solo feita para o experimento com casais de D. anaglypticus (Mann.).

	Parâmetros estatísticos			
	F		Tukey	Coeficiente de variação
	Regressão	Tratamento		
mat.org.	9,207**	4,116*	dms a 5% 0,436	25,48
fósforo	57,178**	21,209**	dms a 1% 16,98	42,35
potássio	496,49**	304,260**	dms a 1% 22,65	6,40
Ca + Mg	0,00565	1,907	-	6,26
pH	16,450**	10,803**	dms e 5% 4,05	31,70

* significância a 5%

** significância a 1%

de haver afetado a quantidade de matéria orgânica, como foi comentado no início, não foi suficiente para mostrar uma diferença significativa entre os tratamentos com e sem besouro.

Os resultados, contudo, são coincidentes com HUGHES (1975) que afirma não ser a incorporação proporcional, apenas, ao número de insetos.

Para a mesma espécie utilizada nesse experimento ALVES e NAKANO (1977) encontraram aumentos crescentes de matéria orgânica decorrentes da presença de 1, 2, 3 casais de

coleópteros por bloco de esterco, sem citar, porém, se esses aumentos acarretaram diferenças significativas entre os tratamentos.

FIGURA 7 - Representação da equação de regressão linear obtida entre teor de matéria orgânica no solo e incorporação de esterco por casais de D. anaglypticus.

GILLARD (1967), analisando teor de nitrogênio e não de matéria orgânica como o realizado nessa pesquisa, calculou que de 13,6 kg. de nitrogênio fecal pode haver um retorno ao solo de 12,24 kg. nas pastagens em que ocorreu a incorporação do esterco pelos besouros e de 2,72 kg. em locais onde não houve incorporação.

Trabalho semelhante, analisando nitrogênio, foi executado por BORNEMISSZA e WILLIAMS (1970), utilizando a es-

pécie Onthophagus australis Guérin. Obtiveram um aumento de nitrogênio, fósforo, potássio, nos tratamentos onde havia esterco mais besouro e esterco misturado ao solo.

1.3.2. Teor de Fósforo

O fósforo foi um elemento indicador da eficiência dos coleópteros na fertilização do solo, como mostra a Tabela 4. O aumento desse nutriente nos vasos com besouro foi de 5-6 vezes mais em relação aos solos em que o esterco permaneceu na superfície sem incorporação. A equação da reta, na Figura 8 representa graficamente esses resultados.

A análise estatística dos resultados na Tabela 5 confirma a observação anterior e mostra uma diferença ao nível de 1% entre os tratamentos com besouro e sem besouro.

Esse aumento de fósforo no solo, devido a incorporação do esterco pelos besouros, é de grande importância para as pastagens que são pobres nesse elemento, no Estado de São Paulo. Segundo JORGE (1969), a deficiência de fósforo nos solos de pastagens redonda em um problema de grande importância: a baixa produtividade das forrageiras ou o nível insuficiente desse nutriente no material consumido pelos animais.

Os resultados conseguidos com a análise de solo

são concordantes com ALVES e NAKANO (1977) e BORNEMISSZA e WILLIAMS (1970), obtendo os primeiros autores aumento de fósforo em solos submetidos a ação de casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.) e os segundos com Onthophagus australis Guérin.

FIGURA 8 - Representação da equação de regressão linear obtida entre teor de fósforo no solo e incorporação de esterco por casais de D. anaglypticus.

1.3.3. Teor de Potássio

O tratamento com 3 casais de besouros mostrou um maior aumento de potássio ficando os vasos com 4 casais e aqueles com esterco mas sem besouro com a mesma quantidade desse elemento. A presença do esterco na superfície ou incorporado enriqueceram o solo dos vasos, mas, a

ação dos coleópteros não foi efetiva, o que pode ser observado pela Tabela 4.

Ao nível de 1% (Tabela 5) ocorreu uma diferença entre os tratamentos com esterco e sem esterco confirmando a observação anterior. A Figura 9 mostra a representação gráfica da equação de regressão linear.

Esses resultados não coincidem com ALVES e NAKANO (1977), os quais encontraram um decréscimo no teor de potássio em vasos contendo Dichotomius anaglypticus (Mann.). Por outro lado, em experimento realizado por BORNEMISSZA e WILLIAMS (1970), houve um aumento na quantidade desse elemento em solo com besouro e esterco.

FIGURA 9 - Representação da equação de regressão linear obtida entre teor de potássio no solo e incorporação de esterco por casais de D. anaglypticus.

1.3.4. Teor de cálcio mais magnésio

Os teores de cálcio mais magnésio, no solo analisado foram desencntrados, havendo uma diminuição desses elementos em vasos com 3 casais de coleópteros, como se verifica na Tabela 4.

A análise estatística, que consta da Tabela 5, mostra essa disparidade não sendo significativa, indicando assim que os resultados obtidos foram por acaso.

ALVES e NAKANO (1977), trabalhando com Dichotomius anaglypticus (Mann.) conseguiram um aumento desses elementos em solos com 1, 2, 3 casais de coleópteros, contrariando a análise feita nesse experimento.

1.3.5. Acidez do solo

A Tabela 4 mostra, com referência a acidez do solo, os valores obtidos para o pH com uma tendência a alcalinidade nos tratamentos em que o esterco foi incorporado pelos coleópteros. Esse aumento no pH, foi maior em vasos com 3 casais como ocorreu para matéria orgânica, fósforo e potássio, o que não coincide com os dados da Tabela 2 que indicam uma maior incorporação de esterco por 4 caseis.

O resultado obtido para o pH vem confirmar a casualidade dos dados de cálcio mais magnésio comentados anteriormente, pois os solos com pH mais alto também têm maiores teores daqueles elementos o que não ocorreu nesse experimento como pode ser observado pela Tabela 4.

A variação do pH do solo analisado foi pequena, a ponto de não acusar estatisticamente diferença entre tratamentos (Tabela 5). Essa diferença mínima pode ser verificada pela equação da reta na Figura 10.

FIGURA 10 - Representação da equação de regressão linear obtida entre pH do solo e incorporação de esterco, por casais de D. anaglypticus.

2. Influência dos coleópteros sobre o desenvolvimento do milho Zea mays L.

2.1. Comprimento da planta

O milho apresentou um maior desenvolvimento em vasos cujo esterco foi incorporado pelo besouro o que pode ser confirmado pela Figura 11. A representação gráfica dessa correspondência entre besouros e comprimento de planta está na Figura 12.

FIGURA 11 - Altura do milho obtida no experimento com casais de D. anaglypticus. a- sem esterco e sem besouro, b- com esterco e sem besouro, c- com esterco e 3 casais de besouro, d- com esterco e 4 casais de besouro.

O comprimento do colmo do milho foi maior em solos com 4 casais de besouros como mostra a Tabela 6. Através dessa tabela pode-se calcular uma diferença de mais ou menos 5 cm. entre os vasos com 4 casais de Dichotomius anaglypticus

(Mann.) e aqueles com esterco mas sem besouro e uma diferença entre estes últimos e os recipientes com 3 casais de mais ou menos 3 cm.

TABELA 6 - Médias de 5 repetições de medidas de comprimento de planta, diâmetro do caule, peso da parte aérea, comprimento e peso da raiz e produção do experimento com casais de D. anaglypticus (Mann.).

Tratamentos	Comp.da planta (cm.)	Diâme- tro do caule (cm.)	Peso da parte aérea (g.)	Comp.da raiz (cm.)	Peso da raiz (g.)	Produ- ção (g.)
Sem esterco	10,99a	3,86a	2,41a	45,5a	1,15a	0,94a
Com esterco	18,46b	7,61b	10,00ab	69,5a	4,20ab	2,03ab
3 casais	21,21b	9,21bc	18,76cb	74,4a	10,08b	3,15cb
4 casais	23,21b	10,34c	24,62c	69,6a	9,62b	3,49c

FIGURA 12 - Representação da equação de regressão linear obtida entre comprimento da planta e incorporação de esterco por D. anaglypticus.

ALVES e NAKANO (1977), observando a mesma espécie, conseguiram, medindo napier, uma diferença de 63 cm. entre a testemunha (esterco sem besouro) e o tratamento com 3 casais.

Com uma significância de 1%, verificada pela Tabela 7, os tratamentos com esterco se mostraram diferentes daqueles sem esterco e não houve diferença significativa entre os vasos com besouro e sem besouro, podendo-se concluir que o aumento ocorrido nas plantas que se desenvolveram em solo com coleópteros coprófagos não afetou significativamente os resultados.

TABELA 7 - Testes F e Tukey, coeficiente de variação para comprimento de planta, diâmetro do caule, peso da parte aérea, comprimento e peso da raiz, produção do experimento com casais de *D. anaglypticus*.

	Parâmetros Estatísticos			
	F		Tukey	Coeficiente de variação
	Regressão	Tratamento		
Comprimento da planta	51,755**	20,046**	dms 1% 6,299	14,46
Diâmetro da planta	76,650**	28,912**	dms 5% 2,154	15,09
Peso da parte aérea	32,473**	10,937**	dms 5% 12,146	47,30
Comprimento da raiz	4,970*	2,995	dms 5% 30,990	26,00
Peso da raiz	23,633**	8,507**	dms 1% 7,830	53,00
Produção	39,148**	13,568**	dms 5% 1,291	29,20

* significância a 5%

** significância a 1%

2.2. Diâmetro do caule do milho

Os caules das plantas que cresceram em solo com esterco e besouro, comparados com as plantas que se desenvolveram em solos sem besouros, eram maiores em relação ao diâmetro como se verifica na Tabela 6 e na Figura 13.

FIGURA 13 - Representação da equação de regressão linear obtida entre diâmetro do caule e incorporação de esterco por casais de D. anaglypticus.

Parte dessa observação é confirmada através da Tabela 7, pois a um nível de 5% os tratamentos sem esterco e sem besouro foram diferentes daqueles com esterco. Também, as plantas cultivadas em vasos com 4 casais de coleópteros se mostraram diferentes daquelas que se desenvolveram em solo com esterco, mas, sem Dichotomius anaglypticus (Mann.).

Nesse resultado, houve uma interferência significativa dos coleópteros o que indica ser a incorporação do esterco efetivo para o desenvolvimento do milho.

2.3. Peso da parte aérea da planta

A análise estatística, dos resultados obtidos, contida na Tabela 7, mostra uma diferença ao nível de 5% entre os tratamentos com esterco mais besouro e aqueles sem esterco, bem como entre os recipientes com 4 casais de coleópteros e aqueles com esterco mas sem besouro.

FIGURA 14 - Representação da equação de regressão linear obtida entre peso da parte aérea e incorporação de esterco por casais de D. anaglypticus.

Empiricamente, pode se verificar, através da Tabela 6 e da Figura 14, um aumento no peso da parte aérea do milho desenvolvido em solo fertilizado pelos coleópteros coprófagos. Esse aumento, como já explicado anteriormente, não foi significativo, mas, mesmo assim é importante se transportar esses resultados para outras gramíneas das pastagens onde os bovinos se alimentam, principalmente, da parte aérea da planta.

2.4. Comprimento da raiz do milho

Nos tratamentos com coleópteros coprófagos houve um aumento no comprimento da raiz, mas, a diferença entre estes e aqueles sem besouro não foi significativo, o que é observado nas Tabelas 6 e 7 e pela equação da reta representada graficamente na Figura 15.

Pode-se explicar esses resultados, pelo cultivo do milho em recipientes, o que concorreu para que as raízes não se expandissem como fariam com condições de campo e, também, ao serem retiradas, muitas foram quebradas, bem como ao serem separadas das radículas.

Em pesquisas com a mesma espécie deste experimento, Dichotomius anaglypticus (Mann.), ALVES e NAKANO (1977) obtiveram um aumento no comprimento de raízes de napier, em

solo com casais de besouro, mas não estatisticamente.

FIGURA 15 - Representação da equação de regressão linear obtida entre comprimento da raiz e incorporação de esterco por casais de D. anaglypticus.

2.5. Peso da raiz do milho

Como no caso anterior, muitas radículas foram perdidas ao serem separadas da areia e do esterco, pois, se desenvolveram em grandes quantidades nos locais onde os coleópteros incorporaram esterco para alimentação. Mesmo assim houve um aumento significativo a 1% no peso das raízes em solo com coleópteros e com esterco somente como mostra a Tabela 7. Para confirmar a maior importância da incorporação do es-

terco pelos besouros, a mesma Tabela indica que não há diferença significativa entre tratamento sem esterco e com esterco mas sem besouro.

Verifica-se pela Tabela 6 e Figura 16 que os solos com Dichotomius anaglypticus (Mann.) tem maior número de raízes sendo mais pesados e coincidindo com o que ocorreu para matéria orgânica, fósforo, potássio e comprimento da raiz, os tratamentos com 3 casais de besouros tem valores mais altos.

FIGURA 16 - Representação da equação de regressão linear obtida entre peso das raízes e incorporação de esterco por casais de D. anaglypticus.

2.6. Produção do milho

Observa-se na Tabela 6 que houve um aumento no peso das espigas em solo com casais de coleópteros. Esse aumento é significativo a 5% (Tabela 7) causando uma diferença entre vasos com 4 casais de besouros e aqueles sem o inseto, também, entre tratamentos com 3 casais e aqueles sem esterco.

A representação gráfica da equação da reta está na Figura 17.

FIGURA 17 - Representação da equação de regressão linear obtida entre produção e incorporação de esterco por casais de D. anaglypticus.

Esses resultados indicam que a incorporação do esterco pelo Dichotomius anaglypticus (Mann.) trouxe um aumento na produção, através da fertilização do solo e isso é co-

incidente com WATERHOUSE (1974) que obteve maior produção do painço japonês em solos com esterco incorporado por besouros,

2.7. Sintomas de deficiências minerais apresentados pelas plantas

2.7.1. Nitrogênio

Antes do florescimento, a deficiência de nitrogênio no experimento com casais foi observado somente em uma parcela do tratamento com esterco e sem besouro. Após o florescimento, o sintoma de deficiência foi verificado em uma parcela do tratamento com esterco sem besouro, em duas do tratamento com 3 casais e em uma daquela com 4 casais.

Através de informações de MALAVOLTA e GARGANTINI (1966) pode-se explicar as observações anteriores. Segundo esses autores a deficiência de nitrogênio no milho, ocorre quando há desequilíbrio entre esse elemento e o fósforo sendo este demasiadamente alto. Afirmam, ainda, que o milho absorve nitrogênio durante todo o ciclo, até depois do aparecimento dos "cabelos".

No solo em estudo, esse elemento estava em quantidade disponível, já que apresentou mais sintomas após o florescimento o que pode ter ocorrido devido ao desequilíbrio em relação ao fósforo.

Em plantas desenvolvidas em solo sem esterco, a deficiência de fósforo foi tão acentuada que houve mascaramento das outras deficiências.

2.7.2 Fósforo

Antes do florescimento a deficiência desse elemento se mostrou, através de sintomas, menor do que após o aparecimento da inflorescência masculina como pode ser verificado pela Tabela 8, em todos os tratamentos, mas, a-
queles com casais de coleópteros, contudo, apresentaram menor porcentagem de plantas deficientes.

Tabela 8 - Porcentagem de plantas com deficiência de fósforo, antes e depois do florescimento no experimento com casais de D. anaglypticus.

Tratamentos	% antes do floresc.	% depois do floresc.
Sem esterco	56,68	90,0
Com esterco	44,98	40,0
3 casais	23,30	25,0
4 casais	9,98	25,0

Os resultados da Tabela 4 mostram uma maior -
quantidade de fósforo no solo de vasos com 3 casais de besou-

ros, o que não coincide com a análise dos sintomas apresentados pelos tratamentos com casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.) antes do florescimento, demonstrando assim que deve ter havido uma fixação desse elemento no solo de modo a não refletir na parte aérea da planta.

WATERHOUSE (1974), em trabalho com coleópteros coprófagos e analisando quimicamente a planta, demonstrou que havia mais NPK em plantas cultivadas em solo com esterco incorporado pelo besouro.

2.7.3. Cálcio

Ocorreu sintoma em uma parcela do tratamento com esterco mas sem besouro no início do experimento e em uma parcela dos tratamentos contando 3 e 4 casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.).

A análise de solo contida na Tabela 4, em que os teores de cálcio mais magnésio são menores nos solos com besouros, confirma os resultados obtidos para o cálcio.

2.7.4. Magnésio

A deficiência desse elemento surgiu após o florescimento em duas parcelas do tratamento com

esterco e sem besouro, em duas parcelas com 3 casais e em três, com 4 casais. Essas observações coincidem com a análise do solo, diferindo somente em relação ao tratamento com esterco e sem besouro como ocorreu para o cálcio.

2.8. Florescimento do milho

O aparecimento das primeiras inflores -
cências masculinas ocorreu aos 132 dias do plantio do milho e como mostra a Tabela 9, os tratamentos com 4 casais foram os que apresentaram maior porcentagem de florescimento.

Aos 139 dias, as plantas cultivadas em vasos com 4 casais estavam todas com inflorescência masculina e pela Tabela 6 observa-se que a maior produção ocorreu nos tratamentos com 4 casais de besouros.

Tabela 9 - Porcentagem de florescimento aos 132 e 139 dias do plantio do milho no experimento com casais de D. anaglypticus

Tratamentos	% 132 dias	% 139 dias
Sem esterco	0	20
Com esterco	20	80
3 casais	20	60
4 casais	40	100

Experimento com fêmeas do Dichotomius anaglypticus (Mann.)

1. Influência das fêmeas sobre o solo

1.1. Incorporação do esterco

A capacidade inicial de incorporação do esterco por 6 fêmeas foi menor do que aquela por 8 fêmeas de Dichotomius anaglypticus (Mann.), mas aos 35 dias da instalação do experimento, o processo se inverteu como mostra a Tabela 10. Na Figura 18, pode-se observar a incorporação do esterco realizada pelos besouros, bem como, os outros tratamentos onde houve trabalho dos coleópteros.

TABELA 10 - Porcentagens médias de esterco não incorporado por fêmeas do D. anaglypticus (Mann.), 8 e 35 dias após instalação do ensaio.

Tratamentos	% 8 dias	% 35 dias
Sem besouro	100	100
6 fêmeas	40	6
8 fêmeas	24	18,2

Aos 35 dias, quando foi considerada praticamente encerrada a incorporação do esterco pelos insetos, 6 fêmeas

havia incorporado maior quantidade em relação a 8 fêmeas, o que não é coincidente com o experimento anterior, cujo trabalho de 3 casais de coleópteros foi menos eficiente do que 4 casais. A média, nesse período de incorporação, foi de 65 gramas de esterco por fêmea.

FIGURA 18 - Tratamento do experimento com fêmeas de D. anaglypticus.

Alguns autores realizaram pesquisas sobre a capacidade de enterrio por machos e fêmeas de coleópteros coprófagos e entre eles estão citados: HALFFTER e MATTHEWS (1966), mencionando que há uma cooperação entre o casal para escavar e abastecer o ninho na espécie Dichotomius carolinus (L.) e nos gêneros Copris, Phanaeus, Bubas; BORNEMISSZA (1969) observando um tipo de ninho feito por Oniticellus cinctus F. em que a escavação parece ser feita por ambos os sexos e o mesmo a-

contecendo com Onthophagus compositus Lea; FINCHER (1972) informando que galerias dos ninhos de Phanaeus vindex Mac Leay, são feitas por uma cooperação entre macho e fêmea.

Outros autores observaram o trabalho da fêmea como ALVES (1977), citando Edmonds e Halfpter (1972), e ALVES e NAKANO (1978).

1.2. Permanência das fêmeas no interior dos vasos

Aos 35 dias da instalação do ensaio, a porcentagem de fêmeas mortas encontradas fora dos vasos foi ao redor de 71%, um resultado semelhante ao do experimento com casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.) em que 68% dos insetos morreram.

Em alguns vasos todas as fêmeas foram encontradas mortas, externamente, depois de terem realizado o trabalho de incorporação do esterco, como mostra a Tabela 11.

Com o término do ciclo da cultura, as plantas foram retiradas dos vasos e não foram encontradas fêmeas ou peras de incubação como ocorreu com o experimento anterior, sendo o esterco enterrado somente para alimentação.

TABELA 11 - Números de insetos mortos após incorporação, externamente aos vasos, aos 35 dias do início do experimento com fêmeas de D. anaglypticus.

Tratamentos	Repetições				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
6 fêmeas	3	6	1	5	3
8 fêmeas	7	8	5	4	8

1.3. Fertilização do solo

1.3.1. Teor de matéria orgânica

Apesar de ter ocorrido uma grande incorporação de esterco, verificado pela Tabela 10, o aumento na matéria orgânica do solo foi pequeno nos solos com coleópteros sendo mesmo menor em vasos com 6 fêmeas em relação àqueles com esterco e sem besouro como mostra a Tabela 12. A diferença entre os tratamentos foi tão pequena que não foi significativa estatisticamente.

Essa desuniformidade no resultado pode ter sido causada pela amostragem de solo retirada em um só ponto dos recipientes e logo após a retirada das telas, não havendo tempo suficiente para o esterco incorporado liberar os nutrientes.

Esses resultados não são coincidentes com aqueles do experimento com casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.) em que a influência da incorporação sobre a fertilidade do solo com relação à matéria orgânica foi mais efetiva,

TABELA 12 - Médias dos resultados de 5 repetições da análise de solo após incorporação do esterco por fêmeas de D. anaglypticus (Mann.).

Tratamentos	pH	% m.org.	$\mu\text{g/ml}$ TFSA		emg/100 ml TFSA
			P	K	Ca + Mg
Sem esterco	6,68a	0,78	2,4a	33,0a	4,47
Com esterco	6,76a	1,00	7,0ab	170,0b	5,04
6 fêmeas	6,92a	0,98	19,0bc	167,6b	4,50
8 fêmeas	7,04a	1,02	25,0c	169,0b	4,28

1.3.2. Teor de fósforo

Houve um aumento desse elemento nos vasos com coleópteros (Tabela 12) como no experimento anterior, mostrando assim que os coleópteros, tanto casais quanto fêmeas, são importantes para fertilização do solo, principalmente, com referência ao fósforo. A Figura 19 representa graficamente esse aumento.

O teor desse elemento, mais elevado, nos trata-

mentos com 8 fêmeas não coincide com o resultado do experimento com casais, em que a maior quantidade foi encontrada em vasos com 3 casais e não com 4 casais. Também o teor de fósforo foi mais elevado no experimento com casais do que com fêmeas de Dichotomius anaglypticus(Mann.).

FIGURA 19 - Representação da equação de regressão linear obtida entre teor de fósforo no solo e incorporação do esterco por fêmeas de D. anaglypticus.

A análise estatística, a um nível de 5% de significância mostra uma diferença entre tratamentos com 8 fêmeas e aqueles com coleópteros, o que pode ser verificado através da Tabela 13.

TABELA 13 - Testes F e Tukey, coeficiente de variação para os resultados da análise de solo do experimento com fêmeas de D. anaglypticus (Mann.).

	Parâmetros estatísticos			
	F		Tukey	Coeficiente de Variação
	Regressão	Tratamento		
mat. org.	2,549	1,881	-	19,16
fósforo	20,329**	6,819**	dms a 5% 16,473	67,04
potássio	47,574**	38,671**	dms a 1% 57,56	18,09
Ca + Mg	1,914	1,953	-	11,42
pH	12,747**	4,330*	dms a 5% 3,13	24,82

* significância a 5%

** significância a 1%

1.3.3. Teor de potássio

O teor de potássio diminui nos solos com coleópteros coprófagos, contudo, se apresentou maior em relação àqueles tratamentos sem esterco como se verifica na Tabela 12. Através da equação da reta representada graficamente na Figura 20, pode-se observar a correspondência entre os fatores e os resultados obtidos.

A diferença entre tratamentos com esterco e sem esterco é confirmada ser significativa a 1%, pela Tabela 13, semelhante ao que ocorreu com casais de coleópteros.

A incorporação não se mostrou importante com relação a esse elemento, já que não afetou a fertilidade do solo.

FIGURA 20 - Representação da equação de regressão linear obtida entre teor de potássio no solo e incorporação de esterco por fêmeas de D. anaglypticus.

Para JORGE (1969), o potássio permanece ligado à matéria orgânica, principalmente, quando há acúmulo de resíduos vegetais frescos. Isso pode ter ocorrido no ensaio em questão e também no experimento com casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.), pois, o esterco enterrado é fresco.

1.3.4. Teor de cálcio mais magnésio

Os resultados obtidos para esses

elementos não foram significativos, como mostra a Tabela 13, do mesmo modo que ocorreu para o experimento com casais.

Os valores obtidos foram desuniformes sendo que teores maiores foram encontrados nos tratamentos com esterco e sem besouro. Essas observações constam da Tabela 12.

Uma explicação para a não disponibilidade de cálcio pode ser dada através de JORGE (1969) que afirma ser esse nutriente ligeiramente não disponível quando ligado ao fósforo em pH próximo à neutralidade e nesse experimento o solo está próximo a neutralidade em quase todos os tratamentos.

1.3.5. Acidez do solo

Pela Tabela 12 pode-se observar um aumento do pH do solo, chegando mesmo a neutralidade nos vasos com 8 fêmeas. Os valores obtidos no experimento, com 4 casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.) são iguais aos do tratamento com 8 fêmeas.

Embora tenha havido aumento, este não foi significativo, pois, a análise estatística, contida na Tabela 13, não mostra diferença entre os tratamentos, ocorrendo o mesmo no experimento anterior.

Essa diferença mínima observada entre os tratamentos está graficamente representada na equação da reta, na Figura 21.

FIGURA 21 - Representação da equação de regressão linear obtida entre pH do solo e incorporação do esterco, por fêmeas de D. anaglypticus.

2. Influência das fêmeas de Dichotomius anaglypticus (Mann.) sobre o desenvolvimento do milho Zea mays L.

A planta apresentou resultados mais efetivos da ação dos coleópteros do que a análise do solo e isso pode ser devido às raízes, que atingiram as áreas em que a matéria orgânica foi incorporada, ramificando e absorvendo melhor os nutrientes aí disponíveis. MALAVOLTA e GARGANTINI (1966) con-

firmam essa hipótese registrando que ao entrarem em contacto com uma região onde há adubo, as raízes do milho se desenvolvem e se ramificam com maior intensidade.

2.1. Comprimento da planta

Verifica-se, pela Tabela 14, um aumento no comprimento, ao redor de 3 cm., entre as plantas cultivadas em vasos contendo 8 fêmeas, em relação àqueles com esterco e sem besouro e comparando ainda com este último houve um acréscimo de 5 cm. nas plantas de vasos com 6 fêmeas. As Figuras 22 e 23 confirmam essas diferenças entre altura das plantas.

TABELA 14 - Médias de 5 repetições de comprimento de planta, diâmetro do caule, peso da parte aérea, comprimento e peso da raiz e produção do experimento com fêmeas de D. anaglypticus (Mann.).

Tratamentos	compr. da planta (cm.)	diâmetro do caule (cm.)	peso da parte aérea (g.)	compr. da raiz (cm.)	peso da raiz (g.)	produção (g.)
Sem esterco	11,44a	4,65a	2,21a	32,8a	0,33a	1,36a
Com esterco	17,36b	6,90b	5,51a	58,1ab	1,91a	1,66ab
6 fêmeas	22,37c	10,25c	16,08b	76,2b	7,95b	2,88b
8 fêmeas	20,16bc	8,39d	13,44b	81,0b	7,96b	2,56b

Com uma dms a 1%, segundo Tabela 15, os tratamentos apresentaram plantas mais altas em relação àquelas sem coleópteros utilizados para incorporação do esterco.

FIGURA 22 - Altura do milho obtida no experimento com fêmeas-de D. anaglypticus - a. sem esterco; b. com esterco, sem besouro; c. com esterco mais 6 fêmeas; d. com esterco mais 8 fêmeas.

FIGURA 23 - Representação da equação de regressão linear obtida entre comprimento da planta e incorporação de esterco por fêmeas de D. anaglypticus.

As fêmeas desempenharam um papel mais importante sobre o comprimento da planta do que os casais do Dichotomius anaglypticus (Mann.) que tiveram uma influência pequena, não significativa, sobre essa característica.

Tabela 15 - Testes F e Tukey, coeficiente de variação para comprimento de planta, diâmetro do caule, peso da parte aérea, comprimento e peso da raiz, produção, do experimento com fêmeas de D. anaglypticus

	Parâmetros Estatísticos			
	F		Tukey	coeficiente de variação
	Regressão	Tratamento		
Comp. da planta	54,244**	26,375**	dms a 1% 4,836	11,50
Diâmetro do caule	54,588**	27,503**	dms a 5% 1,859	13,38
Peso da parte aérea	123,890**	47,550**	dms a 1% 4,992	22,73
Comp. da raiz	13,271**	5,219**	dms a 5% 39,350	34,46
Peso da raiz	37,843**	13,237**	dms a 1% 5,797	54,16
Produção	14,981**	5,880**	dms a 5% 1,228	31,52

** significância a 1%

2.2. Diâmetro do caule do milho

O esterco foi incorporado em maior quantidade por 6 fêmeas, aos 35 dias, como mostra a Tabela 10, mas isso não refletiu sobre a análise de solo como se observa na Tabela 12: Contudo, o esterco incorporado deve ter levado um tempo maior para fertilização do solo, pois, os resultados apresentados na Tabela 14, revelam uma ação efetiva dos coleópteros e confirmando a ação de 6 fêmeas.

A análise estatística apresentada na Tabela 15, confirma esses resultados mostrando uma diferença a 5% entre todos os tratamentos, até mesmo entre os coleópteros com uma maior eficiência de 6 fêmeas. Esses dados estão representados na Figura 24, pela equação da reta.

FIGURA 24 - Representação da equação de regressão linear obtida entre diâmetro do caule e incorporação de esterco por fêmeas de D. anaglypticus.

A atuação dos casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.), também, foi importante para o desenvolvimento do caule do milho como ocorreu nesse experimento com fêmeas,

2.3. Peso da parte aérea da planta

Como já citado anteriormente essa é uma medida importante, já que os bovinos se alimentam, em pastagens da parte aérea, e é lá que vivem os besouros. Tanto os resultados obtidos com casais, como estes com fêmeas, observados na Tabela 14, revelam um peso maior das plantas cultivadas em vasos com coleópteros.

Ao nível de 1%, a análise estatística, da Tabela 15, mostra uma diferença entre tratamentos com e sem fêmeas.

A Figura 25, através da equação da reta, representa o aumento significativo entre tratamentos com e sem coleópteros.

2.4. Comprimento da raiz do milho

Através da Tabela 15, pode-se observar um aumento no comprimento da raiz, em plantas cultivadas em vaso com fêmeas, somente que contraria o que vem ocorrendo com as outras características da planta em que ação de 6 fêmeas é mais efetiva. A Figura 26 representa a equação da reta gráfi-

camente.

FIGURA 25 - Representação da equação de regressão linear obtida entre peso da parte aérea e incorporação de esterco por fêmeas de D. anaglypticus.

FIGURA 26 - Representação da equação de regressão linear obtida entre comprimento da raiz e incorporação de esterco por fêmeas de D. anaglypticus.

Com uma significância de 5% há uma diferença entre tratamentos com e sem esterco, mas, não há diferença significativa entre os vasos com esterco e sem besouro e aqueles sem esterco como revela a Tabela 15.

A mesma explicação dada para o experimento anterior é válida para os tratamentos com fêmeas, isto é, os resultados foram afetados pelos recipientes que não permitiram um desenvolvimento normal das raízes.

2.5. Peso da raiz do milho

Ao redor de 6 cm., é o aumento de peso nas raízes de plantas cultivadas em solo contendo coleópteros, como pode ser verificado pela Tabela 14, e confirmado pela Figura 27.

FIGURA 27 - Representação da equação de regressão linear obtida entre peso das raízes e incorporação de esterco por casais de D. anaglypticus.

A análise estatística revela, através da Tabela 15, uma diferença a 1% entre os tratamentos com coleópteros e aqueles sem os besouros para incorporação do esterco.

No experimento com casais, os resultados não mostraram a eficiência dos besouros como ocorreu com as fêmeas do Dichotomius anaglypticus (Mann.).

2.6. Produção do milho

A influência das fêmeas sobre a fertilidade do solo e em consequência sobre a produção pode ser verificado pela Tabela 14 e também pela Figura 28.

FIGURA 28 - Representação da equação de regressão linear obtida entre produção e incorporação de esterco por fêmeas de D. anaglypticus.

A análise estatística, contudo, não mostra uma

diferença significativa entre os diversos tratamentos e não ser entre aqueles sem esterco e com esterco mais 6 fêmeas como pode ser observado pela Tabela 15.

O experimento com casais revelou uma maior eficiência dos besouros com relação à produção do milho.

2.7. Sintomas de deficiências minerais apresentados pelas plantas.

2.7.1. Nitrogênio

Antes do florescimento, o sintoma de deficiência ocorreu em três parcelas do tratamento sem esterco e após o florescimento, em uma parcela do tratamento com esterco sem besouro, em duas parcelas daqueles com 6 fêmeas e em quatro parcelas do tratamento com 8 fêmeas.

Segundo MALAVOLTA e GARGANTINI (1966), o milho, absorve nitrogênio até depois do aparecimento dos "cabelos" e nesse período o solo já poderia estar deficiente, principalmente, porque tiveram início as chuvas e o fenômeno da lixiviação se acentuou.

2.7.2. Fósforo

A porcentagem de plantas defici-

entes em fósforo foi menor nos tratamentos contendo as fêmeas do Dichotomius anaglypticus (Mann.) como se verifica na Tabela 16.

TABELA 16 - Porcentagem de plantas com deficiência de fósforo antes e depois do florescimento no experimento com fêmeas de D. anaglypticus(Mann.).

Tratamentos	% antes floresc.	% depois floresc.
Sem esterco	65,00	95,00
Com esterco	29,98	30,00
6 fêmeas	14,98	10,00
8 fêmeas	20,00	20,00

Pela mesma tabela pode-se observar que as porcentagens se conservaram praticamente as mesmas antes e depois do florescimento.

O solo analisado apresentou-se com teor médio de fósforo onde ficavam os coleópteros e pobre nos tratamentos sem besouro comparando-se à tabela de MALAVOLTA e GARGANTINI (1966). Isso foi confirmado pelos sintomas na planta em que os tratamentos com besouro se mostraram menos deficientes, com relação a esse elemento.

2.7.3. Magnésio

Ocorreu sintomas de deficiências

após florescimento e isso coincide com MALAVOLTA e GARGANTINI (1966) que afirmam ser maior a intensidade de absorção de magnésio depois que surgem as inflorescências do milho.

Ocorreram sintomas em duas parcelas do tratamento com esterco sem besouro, três parcelas daquele com 6 fê-meas e quatro parcelas do tratamento com 8 fêmeas.

A menor quantidade de cálcio mais magnésio no solo ocorreu justamente onde se observou mais parcelas deficientes, isto é, no tratamento com 8 fêmeas.

2.8. Inflorescência do milho

A inflorescência do milho foi mais uni-forme em todo o experimento do que aquela ocorrida no experi-mento com casais.

A Tabela 17 revela que aos 132 dias do plantio mais da metade das plantas de tratamentos com esterco já ti-nham emitido a inflorescência masculina a aos 139 dias, todas as plantas estavam floridas, mas houve maior florescimento naqueles com coleópteros.

Os vasos contendo fêmeas mostraram uma porcentagem maior de florescimento aos 132 dias do que no experimento com casais.

TABELA 17 - Porcentagem de florescimento no experimento com fêmeas de D. anaglypticus (Mann.) aos 132 dias e 139 dias do plantio.

Tratamentos	132 dias	139 dias
Sem esterco	0	0
Com esterco	60	100
6 fêmeas	80	100
8 fêmeas	100	100

Inimigos naturais dos coleópteros

Foram encontrados, em galões com esterco, anteriormente à instalação do ensaio, insetos mortos com o protórax separado do restante do corpo e no abdômen destruído, parasitos adultos e pupas de dípteros pertencentes à família Phoridae. Também, coleópteros mortos de forma semelhante foram encontrados externamente aos vasos.

Essa família de dípteros não foi citada na literatura consultada como inimigo natural de qualquer espécie, de coleóptero coprófago, mas, alguns autores citam outros parasitos e predadores. LIPA (1969) informa haver um microsporídeo, parasito de Geotruoes; LIPA e BARTKOWSKI (1972) registram corpos de origem virótica em Geotrupes silvaticus Panzer e ALVES e NAKANO (1978), estudando Dichotomius anaglypticus (Mann.), encontraram sapos (Bufo sp), coruja-do-cupim (Speotyto cunicularia grallaria) predando o inseto, bem como um

fungo não identificado parasitando pupas.

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos e nas condições em que se desenvolveu a pesquisa pode-se concluir que:

1. no experimento com casais de Dichotomius anaglypticus (Mann.):
 - 1.1. a incorporação do esterco é, em média, de 110 gramas por casal, aos 35 dias da instalação do experimento e realizada com maior intensidade por 4 casais;
 - 1.2. o solo se torna mais rico em matéria orgânica e fósforo após incorporação do esterco pelos casais, principalmente, por 3 casais;

1.3. o milho (Zea mays L.) é afetado, positivamente, no seu desenvolvimento através da fertilização do solo pelos coleópteros, havendo aumento no diâmetro do caule, peso da parte aérea, peso da raiz e na produção, sendo maior a influência de 4 casais;

1.4. há maior porcentagem de florescimento do milho, aos 139 dias do plantio, em vasos com 4 casais de coleópteros;

1.5. sintomas de deficiência de nitrogênio e magnésio ocorrem após florescimento e de cálcio no início da cultura, sendo a deficiência de fósforo menos acentuada nas plantas cultivadas em vasos com coleópteros;

2. no experimento com fêmeas de Dichotomius anaglypticus (Mann.);

2.1. a incorporação, em média, é de 65 gramas de esterco por fêmea aos 35 dias da instalação do experimento sendo realizada com mais eficiência por 6 fêmeas;

2.2. o teor de fósforo é mais elevado nos solos em que o esterco foi incorporado pelas fêmeas, principalmente, por 8 fêmeas;

2.3. o milho (Zea mays L.) é afetado, positivamente, no seu desenvolvimento através da fertilização do solo pelas fêmeas, principalmente, com relação ao comprimento da planta, diâmetro do caule, peso da parte aérea, comprimento e peso da raiz, produção, sendo, em alguns casos, 6 fêmeas mais atuantes.

2.4. sintomas de deficiência de nitrogênio e magnésio ocorrem após florescimento e a deficiência de fósforo é menos acentuada nas plantas dos tratamentos com fêmeas;

2.5. há maior porcentagem de florescimento em plantas cultivadas em vasos com fêmeas aos 132 dias do plantio;

3. os coleópteros possuem inimigos naturais que os parasitam internamente e entre eles estão dípteros da família Phoridae.

SUMMARY

This work was carried out in the experimental "campus" of the Faculty of Agronomy and Zootechny "Manoel Carlos Gonçalves" - Espírito Santo do Pinhal - São Paulo, in natural conditions of temperature and humidity, to evaluate the influence of couples and females of Dichotomius anaglypticus (Mann., 1829) on soil fertility and consequently on mayze (Zea mays L.) development.

For this study two experiments was installed in boxes, at first, with screen cover and containing plastic sack full of soil without any manure. The first experiment consisted of the treatments: container without dung; container with dung; container with dung and 3 beetle couples; container with dung and 4 beetle couples. In the second experiment the treatments were: container without dung; container with

dung and 6 females; container with dung and 8 females.

At 35 days of the installation, it was estimated the dung incorporation and, on an average, it was 110 grama per couple and 65 grams per female.

Through soil analysis realized 57 days after the beginning of the experiment it could be observed an increase in phosphorus content because of the dung incorporation by couples and females of beetles. The couples also contributed to increase in organic matter content in soil analysis.

The mayze, cultivated after removed the residual dung on the container surface, developed better in those soils where there was dung incorporation by couples and females of beetles. The plants of containers with couples had greater stem diameter, leaf and root weight and yield than those of containers without beetles. In the experiment with females there was an increase in plant length, stem diameter, leaf weight, root length and weight and in the yield.

The bloom percentage of plants was the greatest in the containers with beetles.

It was observed beetles with internal parasites identified as belonging to family Phoridae (Diptera).

LITERATURA CITADA

- ALVES, S. B., 1976. Incorporação de excrementos bovinos por Dichotomius longiceps (Taschb, 1870). Ecossistema, Espírito Santo do Pinhal, 1 (1): 59-60.
- ALVES, S. B., 1977. Biologia e importância econômica do Dichotomius anaglypticus (Mannerheim, 1829) (Coleoptera, Scarabaeidae) Piracicaba, ESALQ/USP, 72 p. (Dissertação de Mestrado).
- ALVES, S. B. e O. NAKANO, 1977. Influência do Dichotomius anaglypticus (Mannerheim, 1829) (Coleoptera, Scarabaeidae) no crescimento de plantas de napier. Ecossistema, Espírito Santo do Pinhal, 2 (2): 31-33.
- ALVES, S.B. e O. NAKANO, 1978. Estudo da biologia do Dichotomius anaglypticus (Mannerheim, 1829) (Col - Scarabaeidae) Ecossistema, Espírito Santo do Pinhal, 3 (3):11-20.

- ANDERSON, J. M. e M. J. COE, 1974. Decomposition of elephant dung in an arid tropical environment. Oecologia, Berlin, 14 (1/2): 111-125.
- BERGSTROM, R. C., L. R. MAKI e B. A. WERNER, 1976. Small dung beetles as biological agents: laboratory studies of beetle action on Trichostrongylid eggs in sheep and cattle feces. Proceedings of the Helminthological Society of Washington, Washington, 43 (2): 171-174.
- BLUME, R. R. e A. AGA, 1975. Onthophagus gazella: mass rearing and laboratory biology. Environmental Entomology, Columbus, 4 (5): 735-736.
- BORNEMISSZA, G. F., 1960. Could dung eating insects improve our pastures? Journal of the Australian Institute of Agricultural Science, Sydney, 26 (1): 54-56.
- BORNEMISSZA, G. F., 1969. A new type of brood care observed in the dung beetle Oniticellus cinctus (Scarabaeidae). Pedobiologia, Jena, 9 (3): 223-225.
- BORNEMISSZA, G. F., 1970. Insectary studies on the control of dung breeding flies by the activity of the dung beetle Onthophagus gazella F. (Coleoptera: Scarabaeidae). Journal of the Australian Entomological Society, Brisbane, 9: 31-41.
- BORNEMISSZA, G. F. e C. H. WILLIAMS, 1970. An effect of dung beetle activity on plant yield. Pedobiologia, Jena, 10: 1-7.

- BORNEMISSZA, G. F., 1971. A new variant of the paracopric nesting type in the Australian dung beetle Onthophagus compositus. Pedobiologia, Jena, 11:1-10.
- BRYAN, R. P., 1973. The effects of dung beetle activity on the numbers of parasitic gastrointestinal helminth larvae recovered from pasture samples. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, 24: 161-168.
- CRAWFORD, L. D., 1975. Dung beetles: keeping the ball rolling. Journal of Agriculture, Melbourne, 73 (3):78-80.
- FERRAR, P., H. A. STANDFAST e A. L. DYCE, 1975. A survey of blood sucking and synanthropic Diptera and dung insects on Norfolk Island, South Pacific. Journal of the Australian Entomological Society, Brisbane, 14 (1):7-13. Apud Review of Applied Entomology, Series B, London: 64 (1):16, 1976.
- FINCHER, G. T., 1972. Notes on the biology of Phanaeus vindex (Coleoptera: Scarabaeidae). Journal of the Georgia Entomological Society. Tifton, 7 (2): 128-133.
- FINCHER, G. T., 1973. Dung beetles as biological control agents for gastrointestinal parasites of livestock. Journal of Parasitology, Lancaster. 59 (2): 396-399.
- FINCHER, G. T., 1975. Effects of dung beetles activity on the number of nematode parasites acquired by grazing cattle. Journal of Parasitology, Lancaster, 61 (4):759-762.

- GILLARD, P., 1967. Coprophagous beetles in pasture ecosystems Journal of the Australian Institute of Agricultural Science, Sydney, 33 (1):30-34.
- HALFFTER, G. e E. G. MATTHEWS, 1966. The natural history of dung beetle of the sub-family Scarabaeinae (Coleoptera : Scarabaeidae). Folia entomologica mexicana, México(12/14): 1-312.
- HOLTER, P., 1977. An experiment on dung removal by Aphodius larvae (Scarabaeidae) and earthworms. Oikos, Copenhagen, 28 (1): 130-136.
- HUGHES, R. D., 1975. Assessment of the burial of cattle dung by Australian dung beetle. Journal of the Australian Entomological Society, Brisbane, 14: 129-134.
- JORGE, J. A., 1969. Solo; manejo e adubação. S. Paulo, Ed. USP, 225 p.
- KINGSTON, T. J. e M. COE, 1977. The biology of giant dung beetle (Helicocopris dilloni) (Coleoptera:Scarabaeidae) Journal of Zoology, Londres, 181 (2): 243-263.
- LEGNER, E. F. e G. S. OLTON, 1970. Worldwide survey and comparison of adult predator and scavenger insect populations associated with domestic animal manure where livestock is artificially congregated. Hilgardia, Berkeley, 40(9):225-266.
- LIPA, J. J., 1969. Plistophora geotrupina sp.n.a microsporidian parasite of dung beetles Geotrupes spp. Acta Protozoologica, Warszawa, 6 (29): 341-344.

- LIPA, J. J. e J. BARTKOWSKI, 1972. A newly discovered poxlike virus disease of dung beetles Geotrupes silvaticus (Coleoptera: Scarabaeidae). Journal of Invertebrate Pathology, New York, 20 (2): 218-219. Apud: Biological Abstracts, Philadelphia, 55 (6): 3232, Mar. 1973.
- MACQUEEN, A. e B. P. BEIRNE, 1975. Effects of cattle dung and dung beetle activity on growth of beardless wheat grass in British Columbia. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, 55: 961-967.
- MALAVOLTA, E., 1967. Manual de Química Agrícola, adubos e adubação. 2ª ed, São Paulo, Ed. Agronômica Ceres. 606 p.
- MALAVOLTA, E. e H. GARGANTINI, 1966. Nutrição mineral e adubação. In: Cultura e Adubação do Milho. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, p. 381-428.
- NAKAMURA, Y., 1975. Role of dung beetles in the decay of cow dung. Bulletin of the National Grassland Research Institute, Nishinasuno, 7: 48-51. Apud Review of Applied Entomology, Series B, London, 64 (7): 602, 1976.
- NEALIS, V. G., 1977. Habitat associations and community analysis of South Texas dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) Canadian Journal of Zoology, Ottawa, 55 (1): 138-147.
- PIMENTEL GOMES, F., 1966. Curso de Estatística Experimental. 3ª ed. Piracicaba, Graf. Benetti, 404 p.

- RAINIO, M., 1966. Abundance and phenology of some coprophagous beetles in different kinds of dung. Annales Zoologici Fennici, Helsinki, 3 (2): 88-98.
- RURAL RESEARCH, 1972. Dung beetles on the move. Rural Research. Canberra, 75: 1-6.
- WATERHOUSE, D. F., 1974. The biological control of dung. Scientific American, New York, 230 (4): 101-108.
- WILLE, A., E. OROZCO, G. FUENTES e E. SOLIS, 1974. Additional observations on the behavior of a tropical forest dung beetle, Megathoposoma candezei (Coleoptera-Scarabaeidae). Revista de Biologia Tropical, San José, Costa Rica, 22 - (1): 129-133.