

PRESENÇA E ALTERAÇÕES DA FAUNA DE ARTRÓPODOS DURANTE A PREPARAÇÃO DE UM COMPOSTO ORGÂNICO.

Flávio Jesus Luizão (*)

Elizabeth Franklin Ribeiro (*)

Guido Ranzani (*)

João Carlos Bernardi (**)

RESUMO

No decorrer da preparação de um composto orgânico (150 dias de duração), foram feitas cinco amostragens para estudarem-se a presença e as alterações da fauna de artrópodos, durante algumas das diferentes fases de sua preparação. Foram utilizados, em seis canteiros feitos acima da superfície do solo, três tratamentos diferentes, além da inoculação bacteriana de três dos canteiros, aos 75 dias, e da cobertura de todos os canteiros com plástico durante uma boa parte do tempo de preparação do composto. Em todos os tratamentos, o grupo numericamente mais importante foi Acari (88-99,5%), seguido por Collembola (0,3-0%), Coleoptera (0,1-1,4%), Diplopoda (0,04-0,3%), Diptera (0,04-0,65%) e Formicidae (0,01-0,03%). O número de grupos taxonômicos e de indivíduos da fauna aumentou gradativamente com o tempo de preparação do composto, em todos os tratamentos. A inoculação bacteriana, aos 75 dias, resultou num incremento da fauna nos tratamentos 1 (controle) e 3 (com resíduos industriais de cevada), porém isto não ocorreu no tratamento 2 (com esterco de galinha), provavelmente em face do anterior fornecimento de uma eficiente fonte de nitrogênio e de microorganismos, representada pela adição inicial de esterco de galinha fresco ao material vegetal. Também a cobertura dos canteiros com plástico parece ter influído bastante na fauna presente no material, provocando uma sensível diminuição de sua densidade. O tratamento com esterco de galinha foi o que apresentou uma mais rápida colonização pela fauna, com uma maior diversidade de grupos taxonômicos e também o que teve uma mais rápida e completa humificação do material.

(*) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Caixa Postal 478 - Manaus-AM

(**) Publicação póstuma - aluno do Curso de Pós-Graduação do INPA/FUA, responsável pela preparação do composto.

INTRODUÇÃO

O composto é um adubo orgânico preparado, a partir da fermentação de restos e resíduos vegetais e cuja composição varia de acordo com o material usado na sua preparação (ANDA, 1975). A compostagem é um processo essencialmente bioquímico e a ação fermentativa e digestora dos fungos, bactérias e pequenos animais sobre o material, em condições aeróbias, forma um produto de cor escura, friável e rico em húmus (Borges, 1953). Para que este processo ocorra de modo normal, é necessário manter o material sob boas condições de umidade e de aeração, por meio de umedecimento constante e de revolvimentos periódicos (Coelho & Verlengia, 1973; Tibau, 1978).

Na preparação do composto, podem ser usados quaisquer resíduos fáceis de obter-se no campo, embora isto possa produzir um adubo orgânico de baixo teor de macronutrientes (ANDA, 1975) e o processo possa ser muito demorado quando se usam materiais de difícil decomposição. No entanto, estes dois fatores podem ser corrigidos pelo acréscimo, ao composto em preparação, de esterco ou urina de animais, misturas inoculantes naturais ou mesmo inoculantes artificiais. Segundo Coelho & Verlengia (1973), pelo menos uma destas substâncias deveria ser necessariamente adicionada ao material vegetal para funcionar como fornecedor dos microorganismos responsáveis pela decomposição do mesmo.

No processo de decomposição deste material, os pequenos animais, principalmente os artrópodos, têm também um importante papel, quer diretamente, pela quebra do material vegetal, quer indiretamente, por provocar ou estimular a proliferação de microorganismos decompositores, dada a sua presença no material (Kubiena, 1955; MacFadyen, 1961; Richards, 1976; Mason, 1980).

Este trabalho procura justamente estudar a colonização do material pelos pequenos animais, principalmente os artrópodos do solo, durante as diversas etapas de preparação de um composto orgânico, analisando as alterações na composição da fauna ao longo do tempo e de acordo com os diferentes tratamentos utilizados.

MATERIAL E MÉTODOS

A- PREPARAÇÃO DO COMPOSTO

A preparação do composto iniciou-se com a montagem de seis canteiros, em uma área próxima ao prédio do Departamento de Ciências Agronômicas do INPA, na estrada do V-8, Manaus. Em cada canteiro, sobre a superfície do solo, foram empilhadas diversas camadas alternadas de capim recém-cortado, serragem e palha de arroz, intercaladas por finas camadas de argila, até uma altura de 40cm. Os canteiros tinham 1,5m de comprimento por 1,0m de largura e eram dispostos em seqüência, sendo separados entre si por tábuas de madeira (Fig. 1).

Inicialmente, foram utilizados três tipos de tratamento, com dois canteiros para cada tratamento:

Tratamento 1 : apenas camadas de capim, serragem e palha de arroz;

Tratamento 2 : capim, serragem e palha de arroz, com o acréscimo de uma camada superficial grossa de **esterco de galinha fresco**;

Tratamento 3 : capim, serragem e palha de arroz, com o acréscimo de uma camada superficial grossa de **resíduos industriais de cevada** (obtidos em uma cervejaria local, gratuitamente, como restos do processo de fabricação da cerveja).

Os pesos de esterco e de cevada utilizados nos dois últimos tratamentos foram os mesmos.

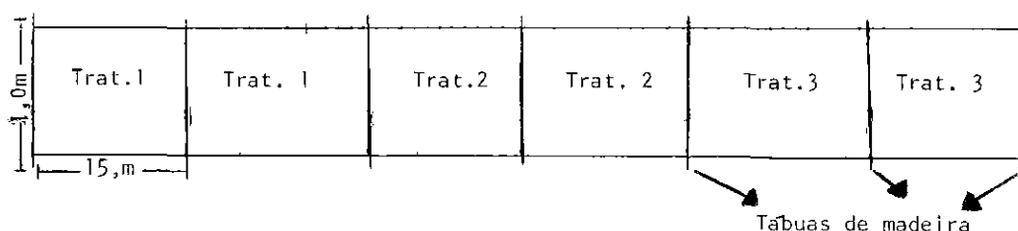


FIGURA 1 : Esquema da posição dos canteiros de preparação do composto orgânico

O material era regado freqüentemente para manter a umidade apropriada e, 45 dias após a montagem dos canteiros, foi totalmente revolvido, pela primeira vez, com auxílio de pá e enxada, provocando uma completa mistura das camadas. Onze dias mais tarde, os canteiros foram cobertos com plástico, para evitar o encharcamento excessivo pela água das chuvas e para provocar um aumento da temperatura do material, o que favoreceria a sua decomposição. Setenta e cinco dias após a montagem dos canteiros, o material foi novamente revolvido e, então, procedeu-se à inoculação bacteriana, usando-se duas diferentes fórmulas de um inoculante comercial (Bio-Húmus), fabricado no Rio Grande do Sul e empregado normalmente na agricultura. As duas soluções bacterianas (100ml cada) foram misturadas e diluídas em um tambor de 200 litros, com água até aproximadamente 10cm da borda superior; adicionaram-se 5Kg de açúcar e um pouco de caseína, deixando-se a solução fermentando ao ar livre durante três dias e mexendo-se a mistura duas vezes por dia. Depois disso, de cada tambor retiraram-se 80 litros de solução, os quais foram diluídos para 200 litros de água e aplicados aos canteiros. Após a inoculação de um dos canteiros de cada tratamento, todos os canteiros foram novamente cobertos com o plástico, permanecendo assim por mais 58 dias, quando então foram descobertos e novamente revolvidos.

Com 150 dias de preparação, o composto foi considerado como pronto para o uso agrícola.

B - ESTUDO DA FAUNA PRESENTE

Foram feitas cinco amostragens, ao longo do processo de preparação do composto, para a extração da fauna de artrópodos presentes em cada etapa.

A primeira coleta foi feita 30 dias após a montagem dos canteiros e sem que estes houvessem ainda sido revolvidos. Foram coletadas 30 unidades de amostra, sendo dez de cada tratamento e, destas, cinco superficiais (0-10cm) e as outras cinco mais profundas (15-30cm de profundidade no canteiro).

A segunda coleta foi feita 47 dias após a montagem dos canteiros, logo após o primeiro revolvimento completo do material. Foram tomadas 15 unidades de amostra, sendo cinco de cada tratamento, sem considerar-se a profundidade, uma vez que o material se encontrava bem misturado.

A terceira coleta ocorreu aos 60 dias de preparação do composto, sendo efetuada três dias após a cobertura dos canteiros com plástico. Foram tomadas 30 unidades de amostra, sendo dez de cada tratamento: cinco superficiais (0-10cm) e cinco mais profundas (15-30cm) no canteiro.

A quarta coleta, tomada aos 90 dias de preparação do composto, foi feita 15 dias após a inoculação bacteriana. Foram coletadas 30 unidades de amostra, sendo dez de cada tratamento: cinco do canteiro que havia sido inoculado com bactérias, em profundidades variadas, e as outras cinco no canteiro adjacente, que não havia sido inoculado, também em profundidades variadas.

A quinta e última coleta, tomada aos 143 dias de preparação do composto, foi feita 10 dias após a retirada da cobertura plástica e do revolvimento do material. Foram coletadas 30 unidades de amostra, da mesma forma que na coleta anterior.

Cada unidade de amostra correspondia a um volume de aproximadamente 100cm³ de material, coletado por meio de uma sonda metálica e cilíndrica, de 8,2cm de altura e 3,1cm de diâmetro. As unidades de amostra coletadas nos canteiros eram colocadas em sacos plásticos, transportadas ao laboratório, onde eram imediatamente colocadas em aparatos Berlese-Tullgren, durante quatro dias, para extração da fauna presente. A fauna extraída era então fixada em álcool 70% e depois separada e identificada em grupos taxonômicos, geralmente a nível de ordem. O material separado foi acondicionado em tubos de vidro próprios e se encontra depositado no laboratório de Pedobiologia do INPA (Manaus, AM).

RESULTADOS

Em todos os tratamentos, os ácaros correspondem ao grupo predominante na determinação do número total de indivíduos de cada tratamento (88% a 99,5% do total). O segundo grupo numericamente importante é o dos colêmbios (0,3% a 10% do total), seguin-

do-se os coleópteros (adultos e imaturos), os dípteros imaturos, os diplópodos e as formigas (Tab. 1a, 1b, 1c, Tab. 2 e Fig.2.).

No geral, há um aumento gradativo de grupos taxonômicos e do número de indivíduos da fauna com o tempo de preparação do composto, com exceção do período entre 60 e 90 dias, quando ocorreu um decréscimo. Na última amostragem, houve um aumento acentuado do número de grupos e de indivíduos presentes no material, em todos os tratamentos (Fig. 2 e 3).

No que se refere aos principais tratamentos utilizados, houve sensíveis diferenças entre o tratamento-testemunha e os dois outros efetuados. Os canteiros-testemunha (capim + serragem + palha de arroz), apresentaram um número considerável de indivíduos e de grupos taxonômicos, porém o único grupo numericamente bem representado foi o dos ácaros (com 99,5% do total de indivíduos encontrados). De fato, os altos números médios totais encontrados por unidade de amostra foram devidos a grandes concentrações de ácaros (especialmente *Archegozetes*) em algumas das unidades de amostra coletadas. Nas duas últimas amostragens, após a inoculação bacteriana e a retirada da cobertura plástica dos canteiros, houve um aumento sensível do número de indivíduos e de grupos de fauna.

O tratamento 2 (capim + serragem + palha de arroz + esterco de galinha) apresentou uma fauna composta por vários grupos taxonômicos numericamente bem representados e já abundante logo nos primeiros estágios da preparação do composto. A inoculação bacteriana, aos 75 dias de preparação do composto, não produziu nenhum aumento imediato no número de grupos ou de indivíduos, havendo mesmo um relativo decréscimo de ambos, que só voltaram a mostrar um aumento considerável na última amostragem, feita após a retirada da cobertura plástica.

O tratamento 3 (capim + serragem + palha de arroz + resíduos de cevada), apresentou um aumento gradativo do número de grupos e de indivíduos, estando estes bem distribuídos, numericamente, dentro dos grupos, com um acentuado incremento de ambos, após a inoculação bacteriana e a retirada da cobertura plástica.

Nas primeiras amostragens (até 60 dias), quando as unidades de amostragem foram tomadas em duas profundidades distintas do canteiro, observou-se que, enquanto no tratamento 1, o maior número de indivíduos e de grupos taxonômicos aparecia na parte mais profunda dos canteiros, ocorria o inverso nos tratamentos 2 e 3.

Tabela 1.a - Número médio de indivíduos por unidade de amostra (n=5), dos grupos taxonômicos presentes, durante as diversas etapas da preparação do composto orgânico.

Tratamento 1 : capim + serragem + palha de arroz

SITUAÇÃO / GRUPOS	30 dias		47 dias	60 dias		90 dias		143 dias	
	0-10cm	15-30cm	0-30cm	0-10cm	15-30cm	sem inoc.	com* inoc.	sem inoc.	com* inoc.
INSECTA									
COLLEMBOLA	1,2	5,4	1,8	0,2	0,4	1,6	4,6	4,4	7,4
DIPTERA imat.		0,4	2,4		0,2			0,4	0,4
COLEOPTERA imat.	0,2	0,4	0,6	0,2	0,6	0,2	0,4	1,6	0,4
COLEOPTERA		1	0,6		0,8				1
LEPIDOPTERA imat.									
FORMICIDAE							0,8		
PSOCOPTERA									0,8
ISOPTERA								0,6	
MICROHYMENOPTERA									0,4
DIPTERA		0,2						0,2	
HEMIPTERA								0,2	
HOMOPTERA									
ORTHOPTERA			0,2						
ARACHNIDA									
ACARINA	13	82,8	149,6	16,6	262	706,2	64,6	1132,4	7524,8
ARANEAE	0,2								0,2
CRUSTACEA									
ISOPODA			0,6						
DIPLOPODA			1					0,6	2,6
CHILOPODA									0,6
SYMPHYLA									0,4
PAUROPODA									
OLIGOGHAETA									
MINHOCAS									
ENQUITREDEOS			0,2						
TOTAL	14,6	90,2	157	17	264	708	70,4	1140,4	7539

* = inoculação bacteriana feita aos 75 dias de preparação do composto

Tabela 1.b. - Número médio de indivíduos, por unidade de amostra (n=5), dos grupos taxonômicos presentes, durante as diversas etapas de preparação do composto orgânico.

Tratamento 2: capim + serragem + palha de arroz + ESTERCO

SITUAÇÃO GRUPOS	30 dias		47 dias	60 dias		90 dias		147 dias	
	0-10cm	15-30cm	0-30cm	0-10cm	15-30cm	sem. inoc.	com* inoc.	sem inoc.	com* inoc.
INSECTA									
COLLEMBOLA	89,6	9,8	16,6	2	33,2	19,2	25,4	69,6	19,4
DIPTERA imat.	1,4	0,4	0,6						
COLEOPTERA imat.	1,8	0,2	1	0,8	8		1,4	3	2,2
COLEOPTERA	3,4	1,2	5,4	0,2	6,8	0,4	1,2	1,4	2,2
LEPIDOPTERA imat.						0,2		0,4	
FORMICIDAE				0,6	0,2				
PSOCOPTERA								0,2	
ISOPTERA									
MICROHYMENOPTERA									
DIPTERA								0,2	
HEMIPTERA									
HOMOPTERA			0,2						
ORTHOPTERA									
ARACHNIDA									
ACARINA	261,4	50,6	143	10,6	99	18,6	78,8	845,4	993,6
ARANEAE									
CRUSTACEA									
ISOPODA								0,2	
DIPLOPODA								0,2	6
CHILOPODA									
SYMPHYLA									
PAUROPODA									
OLIGOCHAETA									
MINHOCAS									
ENQUITREÍDEOS									
TOTAL	357,6	62,2	166,8	14,2	147,2	38,4	106,8	920,6	1023,4

* = inoculação bacteriana feita aos 75 dias de preparação do composto

Tabela 1.c - Número médio de indivíduos, por unidade de amostra (n=5), dos grupos taxonômicos presentes, durante as diversas etapas de preparação do composto orgânico.

Tratamento 3: capim + serragem + palha de arroz + CEVADA

SITUAÇÃO GRUPOS	30 dias		47 dias	60 dias		90 dias		143 dias	
	0-10cm	15-30cm	0-30cm	0-10cm	15-30cm	sem inoc.	com* inoc.	sem inoc.	com* inoc.
INSECTA									
COLLEMBOLA	18	5	2,4	30,4	11,2	31	25,6	140,2	5,2
DIPTERA imat.	40	0,6	0,2					0,2	
COLEOPTERA imat.	1	6	0,2	1	2,2	0,4	1,2	6,6	4
COLEOPTERA	0,6			2	1	0,6	1,6	3,6	1,6
LEPIDOPTERA imat.									
FORMICIDAE					0,2	0,2		0,8	0,2
PSOCTERA		0,2						0,8	2
ISOPTERA									
MICROHYMENOPTERA									
DIPTERA								0,4	0,4
HEMIPTERA									
HOMOPTERA									
ORTHOPTERA									
ARACHNIDA									
ACARINA	24,6	23,6	34,4	67,8	37,8	39,2	268,2	1842,8	3718,6
ARANEAE									0,2
CRUSTACEA									
ISOPODA				0,2				0,2	
DIPLOPODA				0,2				13,4	5,6
CHILOPODA									0,2
SYMPHYLA									
PAUROPODA				0,2					
OLIGOCHAETA									
MINHOCAS									2,4
EQUITRÉTEOS									
TOTAL	84,2	35,4	37,2	101,8	52,4	71,4	296,6	2009	3740,4

* = inoculação bacteriana feita aos 75 dias de preparação do composto

FIGURA 2: Número médio de indivíduos (ácaros, colêmbolos e total da fauna encontrada) por unidade de amostra, durante a preparação do composto.

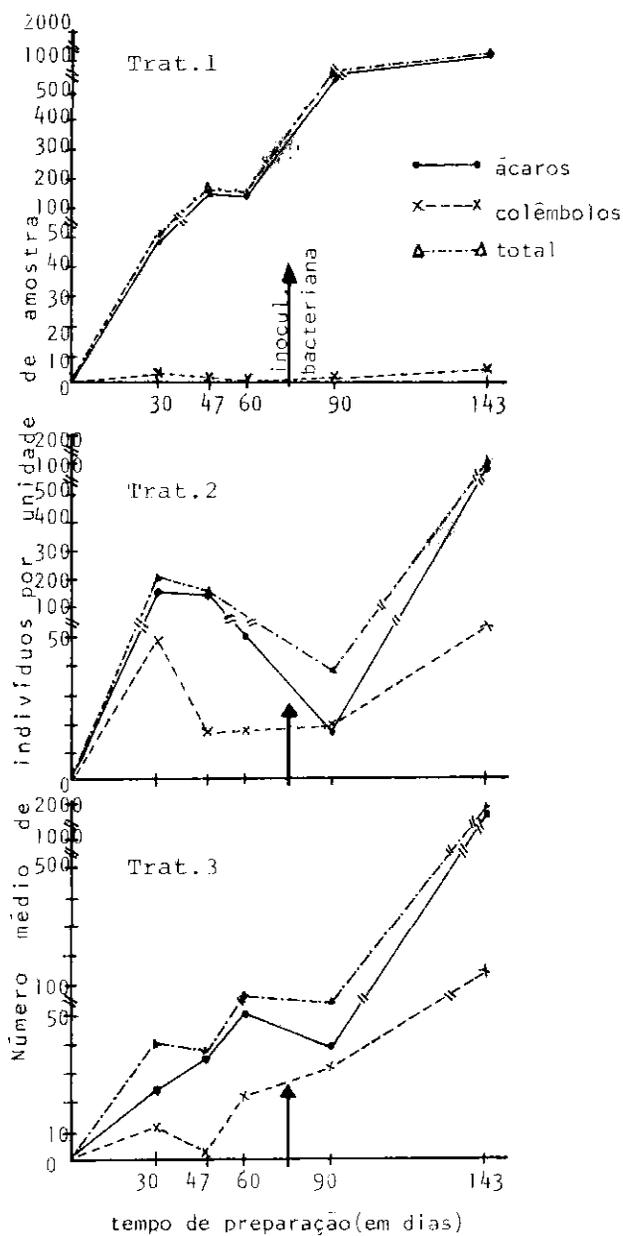


FIGURA 3: Curva cumulativa do aparecimento de novos grupos da fauna durante a preparação do composto.

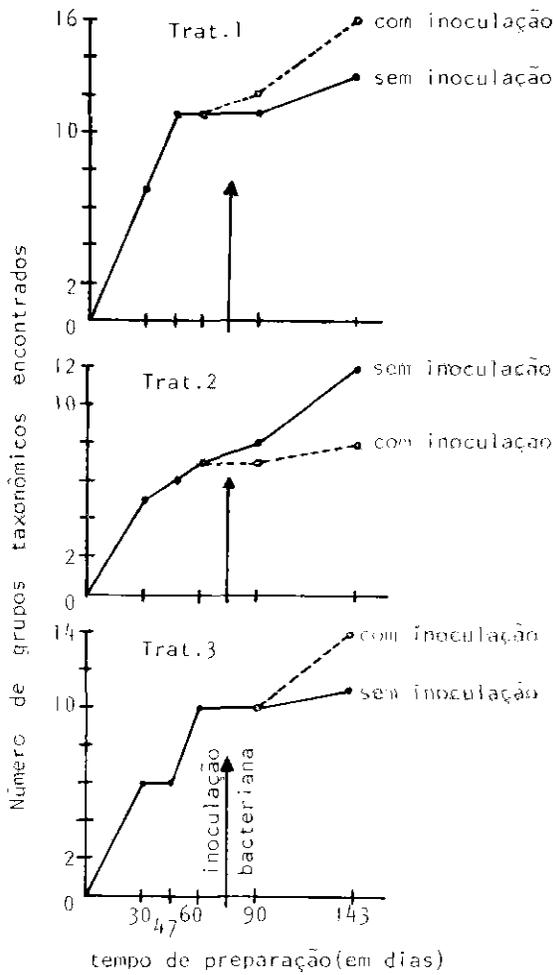


Tabela 2: Percentagem do número de indivíduos dos grupos numericamente mais importantes, em relação ao número total de indivíduos encontrados em cada um dos três tratamentos utilizados.

	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
Acarí	99,52%	88,15%	94,22%
Collembola	0,27%	10,04%	4,18%
Coleoptera	0,08%	1,43%	0,52%
Diplopoda	0,04%	0,22%	0,30%
Diptera	0,04%	0,09%	0,65%
Formicidae	0,01%	0,03%	0,02%
TOTAL	99,96%	99,96%	99,89%

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, observa-se que os ácaros (especialmente os oribatídeos) correspondem à grande maioria do total de indivíduos da fauna de artrópodos presentes no material durante a preparação do composto orgânico. Esta predominância é muito maior no tratamento-testemunha (99,5% do total da fauna encontrada), onde há menor disponibilidade ou variedade de alimentos e uma menor umidade do material, já que não houve acréscimos iniciais de fontes de nitrogênio e microorganismos e, assim, a camada superficial, de palha de arroz, resseca-se muito facilmente. De fato, nas amostras superficiais do tratamento 1, o número total de indivíduos coletados corresponde quase que exclusivamente aos ácaros, grupo de animais reconhecidamente mais resistentes a condições adversas (Wallwork, 1970).

Nos canteiros dos tratamentos 2 e 3 que receberam, na sua parte superior, a adição inicial de esterco fresco de galinha e de resíduos de cevada como fontes de nitrogênio e de microorganismos (bactérias, principalmente), as melhores condições de alimentos disponíveis e de umidade, que favorecem a presença da fauna (Maldaque, 1970), ocorreram exatamente nas camadas superficiais dos canteiros. Por isto, nestas verificou-se um maior número de indivíduos nas primeiras amostragens, nos dois tratamentos.

Ainda com relação à profundidade das amostras, é notável o fato que os coleópteros, de modo geral, foram encontrados em número muito maior nas camadas mais profundas dos canteiros, o que seria devido aos hábitos fossoriais da maioria das famílias encontradas (Wallwork, 1970). Já os dípteros imaturos, ao contrário, foram encontrados em maior número nas camadas superficiais, principalmente nos canteiros dos tratamentos 2 e 3 durante as primeiras etapas de preparação do composto, devido à presença do esterco de galinha e dos resíduos de cevada frescos, sobre os quais pousam e desovam muitos dípteros.

No que se refere aos tratamentos utilizados na preparação do composto, pode observar-se que a adição inicial de esterco fresco de galinha (no tratamento 2) e de resíduos de cevada (no tratamento 3) como fontes de nitrogênio e de microorganismos, possibilitam a rápida colonização do material por um número considerável de indivíduos e de grupos taxonômicos da fauna, principalmente no tratamento 2. No caso dos canteiros-testemunha (tratamento 1), ambos foram também altos, porém somente os ácaros apareceram em número considerável e, mesmo assim, dadas as grandes agregações de *Archezogetes* em umas poucas unidades de amostra, o que determinou o alto número médio total de indivíduos por unidade de amostra, neste tratamento.

A inoculação bacteriana mostrou ter bastante influência no incremento da fauna presente no material, o que concorda com dados de outros autores (Kubiena, 1955; MacFadyen, 1961; Richards, 1976; Mason, 1980), possibilitando um aumento do número de grupos e de indivíduos no tratamento 3 e, principalmente, no tratamento 1. Ao contrário, no tratamento 2 houve uma acentuada redução no número de ambos, logo após a inoculação, que, assim, não teria surtido o mesmo efeito sobre a fauna do que o exercido nos dois outros tratamentos. Isto pode ser consequência do fato de, neste canteiro, já ter

havido uma eficiente inoculação inicial de microorganismos, através da adição do esterco fresco.

A cobertura plástica também parece ter tido uma grande influência sobre a fauna, por representar uma forte mudança nas condições do material (umidade, menor aeração e forte aquecimento) e da atividade da fauna (impedimento da presença e movimentação dos insetos voadores). No período em que eles permaneceram cobertos, o número de grupos taxonômicos e de indivíduos estabilizou-se ou mesmo diminuiu, só aumentando novamente, com bastante intensidade, na última amostragem, que foi feita dez dias após a retirada da dita cobertura. Somente no tratamento 1, é que não houve uma diminuição do número de indivíduos da fauna, face às condições desfavoráveis causadas pela cobertura, isto porque neste tratamento praticamente só havia ácaros, que são reconhecidamente resistentes às condições adversas e, desta forma, devem ter sido favorecidos pela posterior inoculação bacteriana do material (Richards, 1976). A deficiência de aeração e o aquecimento excessivo dos canteiros podem então ter determinado o decréscimo da fauna de artrópodos no período em que os canteiros permaneceram cobertos, já que, no geral, houve um aumento gradativo do número de grupos taxonômicos e de indivíduos presentes no composto, no decorrer da sua preparação.

É importante ressaltar aqui, que a maioria dos indivíduos encontrados no material (ácaros oribatídeos, colêmbolas, diplópodos, etc.), pertence ao grupo dos organismos considerados como decompositores da matéria orgânica (Wallwork, 1970; Richards, 1976; Reddy, 1981). Assim, os artrópodos presentes no composto em preparação certamente contribuíram de forma decisiva no processo de humificação do material, o que pode ser indicado pelo fato de que os períodos quando a densidade e a diversidade dos artrópodos foram maiores, correspondem às etapas em que o processamento do material nos canteiros foi mais rápido.

No tratamento 2, onde houve a adição inicial de uma eficiente fonte de nitrogênio e de microorganismos (esterco fresco de galinha), a colonização do material pela fauna foi mais rápida, mais diversificada, e o processo de humificação do composto foi melhor que nos outros dois tratamentos utilizados.

Assim, a adição de uma eficiente fonte natural de microorganismos ao composto orgânico em preparação é muito importante por favorecer a colonização do material pelos artrópodos decompositores, possibilitando uma humificação mais rápida e completa do composto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos estagiários Ana Tereza Jatthy, Marcos Fabbri, Rita E. Jaeger e Rosa G. Vianez, pela ajuda na separação e identificação da fauna; a Elísiana Oliveira pelas sugestões; ao Dr. William Magnusson pela correção do "Summary" e pelas críticas e sugestões oferecidas.

SUMMARY

During the preparation of organic compost (150 days) five samples were taken of the arthropod fauna in each of three different treatments: fresh vegetable material alone (treatment 1); treatment 1 with chicken manure (treatment 2); and treatment 1 with residues of barley (treatment 3). All treatments were inoculated with bacteria after 75 days and all were covered by plastic sheeting for the greater part of the study period. In all of the three treatments, the most numerically important group was the Acari (88-99,5%) followed by Collembola (03-10%), Colleoptera (0,1-1,4%), Diplopoda (0,04-0,3%), Diptera (0,4-0,65%), and Formicidae (0,01-0,03%). The number of individuals and taxonomic groups of the fauna increased gradually during the preparation of the compost, in all treatments. The bacterial inoculation at 75 days, produced an increase in the fauna in treatments 1 and 3, but not in treatment 2, most likely because the chicken manure already had sufficient microorganisms to ensure maximum degradation of the vegetable material. Covering the compost heaps with plastic clearly decreased the number of arthropods. Uncovered compost treated with chicken manure has the highest taxonomic diversity of arthropods and the fastest rate of decomposition.

Referências bibliográficas

- ANDA (Associação Nacional Para Difusão de Adubos). - 1975. **Manual de Adubação**. 2. ed. São Paulo, 346p.
- Borges, A.A. - 1953. **Preparo do composto**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 2. ed. 23p.
- Coelho, F.S. & Verlengia, F. - 1973. **Fertilidade do Solo**. Campinas, Inst. Campineiro de Ensino Agrícola. 384p.
- Kubiena, W.L. - 1955. Animal activity in soils as a decisive factor in establishment of humus forms. In: Kevan, K.M. ed. - **Soil Zoology** Londres. 512p.
- Macfadyen, A. - 1961. Metabolism of soil invertebrates in relation to soil fertility. **Ann. Appl. Biol.**, 49(1): 211-218
- Maldague, M.E. - 1970. Rôle des animaux édaphiques dans la fertilité des sols forestiers. **Publications de I.N.E.A.C.**, Congo. 245p.
- Mason, C.F. - 1980. **Decomposição**. São Paulo, E.P.U./EDUSP. 63p.
- Reddy, M.V. - 1981. Microarthropods and the rate of litter disappearance in a pine plantation ecosystem of North-Eastern India. **Pedobiologia**, 22 (5,6):339-343
- Richards, B.N. - 1976. **Introduction to the soil ecosystem**. Londres, Longman. 265p.
- Tibau, A.O. - 1978. **Matéria Orgânica e Fertilidade do Solo**. São Paulo, Livraria Nobel 172p.
- Wallwork, J.A. - 1970. **Ecology of soil animals**. London, MacGraw-Hill. 283p.

(Aceito para publicação em 10/08/84)