

DECOMPOSIÇÃO DE PARTES VEGETATIVAS DE EUCALIPTO (*Eucalyptus grandis*) SUBMETIDAS A EXTRATOS DE DIFERENTES SOLOS.

*Decomposition of Vegetative Parts of Eucalyptus (**Eucalyptus grandis**) Submitted to Different Soils Extracts*

Aline Castro Silva¹
Alexandre Sylvio Vieira da Costa²

Resumo

O eucalipto é uma planta que apresenta efeitos alelopáticos, interferindo no desenvolvimento das plantas, na atividade microbológica do solo e, conseqüentemente, no seu processo de decomposição. Este trabalho teve como objetivo verificar os efeitos de extratos aquosos de diferentes solos no processo de decomposição de folhas e casca do caule de eucalipto. O experimento foi realizado no Laboratório de Ecologia do UnilesteMG em Coronel Fabriciano, Minas Gerais. As folhas e as cascas foram trituradas e adicionados extratos aquosos de diferentes solos (solos de cultura de eucalipto, milho, mandioca, capineira, solo orgânico e solo argiloso de barranco). A decomposição permaneceu durante 90 dias, com as coletas sendo realizadas a cada 15 dias. Com o peso seco dos materiais vegetais foi realizada a análise de regressão da decomposição. Constatou-se que as folhas de eucalipto se decompuseram mais rapidamente que a casca sob influência de todos os extratos aquosos, com exceção do extrato de solo cultivado com milho. Sob influência de praticamente todos os extratos, a quantidade final de casca decomposta foi semelhante. O extrato de solo cultivado com milho induziu o processo de decomposição dos materiais do eucalipto de forma mais lenta. Este fato pode ser explicado pelos efeitos inibitórios do eucalipto no desenvolvimento de alguns microorganismos deste solo, reduzindo, com isso, a velocidade de decomposição.

Palavras-chave: Decomposição, *Eucalyptus grandis*, Extrato de solo.

¹ Bióloga. UnilesteMG. Av. Tancredo Neves, Coronel Fabriciano, MG.

² D.S. Eng. Agrônomo, Professor do UnilesteMG. Av. Tancredo Neves, Coronel Fabriciano, MG. asylvio@uol.com.br.

Abstract

The eucalyptus presents allelopathic effects interfering in the plants development, in the soil microbiology activity and, consequently, in its decomposition process. This work had as objective to verify the aqueous extracts effects of different soils in decomposition process of leaves and peel of the eucalyptus stem. The experiment was accomplished in the Ecology Laboratory of UnilesteMG in Coronel Fabriciano, Minas Gerais. The leaves and the peels were triturated and added aqueous extracts of different soils (soils of eucalyptus culture, corn, cassava, grass, organic soil and soil ravine clay). The decomposition stayed for 90 days, with the collections being accomplished every 15 days. With the dry weight of the vegetables materials the regression analysis of the decomposition was accomplished. It was verified that the eucalyptus leaves decomposed more quickly than the peel, under the influence of all the aqueous extracts, except for the aqueous extract of soil cultivated with corn. Under influence of practically all the extracts, the final amount of decomposed peel was similar. The soil extract cultivated with corn induced to a slowest process decomposition of the eucalyptus vegetables materials. This fact can be explained by the inhibit effects of the eucalyptus in the microorganisms development of this soil, reducing the decomposition speed.

Keywords: Decomposition, *Eucalyptus grandis*, Soil extract

Introdução

Os compostos orgânicos do solo utilizados pelos microorganismos, principalmente como fonte de energia, são os açúcares, os aminoácidos, as proteínas e a maioria dos compostos orgânicos simples. Componentes mais resistentes como a lignina e outros compostos fenólicos são decompostos mais lentamente e tendem a se acumular no solo (IGUE, 1984). Vários aminoácidos são essencialmente hidrocarbonetos aromáticos e muitos destes compostos são fitotóxicos, sendo essencial a sua decomposição para evitar acúmulo no solo (FREIRE, 1975).

Uma parte da matéria orgânica sofre degradação parcial e reage para formar um material amorfo e escuro conhecido como húmus. O húmus é uma mistura de unidades fenólicas, polissacarídeos e proteínas (L' ANNUNZIATA; LEGG, 1984). Os polifenóis constituem de 5% a 15% dos resíduos das plantas e influenciam na velocidade de decomposição desses. Quanto maior é a sua quantidade nas folhas, maior é o tempo de decomposição (MASON, 1980). Segundo Igue (1984), polifenóis derivados de lignina ou sintetizados por microorganismos são convertidos em quinona. Os resíduos vegetais e animais não são igualmente atacados nem se decompõem inteiramente de uma só vez; seus vários constituintes são decompostos em diferentes estágios, com diferentes intensidades e por diferentes populações de microorganismos. A população microbiana que realiza tais decomposições é variada e vai se alternando, predominando no meio de acordo com a quantidade e tipo de material existente. A celulose, certas hemiceluloses, os óleos, as gorduras, as resinas e ou-

tros constituintes das plantas são decompostos mais demoradamente e por organismos específicos; a lignina, certas graxas e taninos são materiais considerados como os mais resistentes à decomposição (KIEHL, 1985). Ligninas sempre são decompostas no primeiro estágio, por fungos e actinomicetos, que são os únicos que conseguem romper os ciclos estruturais muito complexos.

Em meio semi-aeróbico, a decomposição é predominantemente realizada por fungos. Em condições aeróbicas e clima suficientemente quente, é continuada por bactérias.

Como a decomposição é feita por microorganismos e estes possuem cada qual exigências muito específicas em relação a sua nutrição, conclui-se que cada tipo de vegetação também tenha o tipo predominante de microorganismos que a decompõem (PRIMAVESI, 1988).

Os compostos aromáticos que compõem as plantas podem ser incorporados às substâncias do solo por inúmeras reações. Esses processos incluem humificação da lignina de forma direta, assim como a incorporação de uma variedade de monômeros e oligômeros de lignina, igualmente transformados. A humificação da lignina é prejudicada pela resistência desta à biodegradação (TATE, 1992).

A lignina tem sido considerada a maior fonte estrutural para a formação de húmus em muitos solos (HURTS; BURGESS, 1967; FLAIG *et al.*, 1975; STEVENSON, 1982).

O fator preponderante para o controle da taxa de decomposição do húmus é a energia concedida aos microorganismos para a síntese e crescimento celular. Deste modo, os organismos mais eficientes e mais ativos são aqueles capazes de

reter maiores concentrações de energia em menos tempo (TATE, 1992).

A complexidade do substrato, a diversidade de enzimas necessárias para decomposição e o alto investimento energético requerido pelos microorganismos, segundo Tate (1992), contribuem para a longa vida da lignina no solo.

As partes vegetativas do eucalipto são bastante complexas quimicamente. Desta forma, é normal esperar alguma alteração na atividade microbiológica do solo com a presença destes resíduos (LIMA, 1993).

Florenzano (1956) encontrou uma concentração muito baixa de bactérias nitrificadoras sob o eucalipto, sugerindo que os resíduos de eucalipto poderiam produzir alguma ação inibidora nestes microorganismos. Lozano e Velasco (1981) encontraram resultados semelhantes. Entretanto, em outra região da Itália, Florenzano (1959) encontrou uma quantidade maior de bactérias nitrificadoras sob eucalipto, além de uma maior acumulação de húmus em comparação aos resultados obtidos sob plantações de Pinus e culturas agrícolas.

Este trabalho teve como objetivo verificar a velocidade de decomposição da folha e casca do caule de eucalipto quando inoculados com extratos aquosos de diferentes tipos de solos utilizados no desenvolvimento de diferentes espécies vegetais.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecologia do Centro Universitário do Leste de Minas, em Coronel Fabriciano, Minas Gerais. Foram coletados duas árvores de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) da área de cultivo comercial da empresa Cenibra papel e celulose, localizado no município de Santana do Paraíso, com aproximadamente 18 meses de plantio e três metros de altura. No laboratório, foram retiradas as suas folhas, jovens e adultas, com limbo e pecíolo, e a casca externa do caule com aproximadamente cinco milímetros de espessura, abrangendo parte da epiderme e a cortiça. Os materiais foram lavados com água destilada para a retirada da argila e areia. Em seguida, as folhas e cascas foram trituradas separadamente em liquidificador industrial durante três minutos. Após a trituração, foi retirada uma

amostra das folhas e das cascas para determinação do teor de umidade dos materiais. Foi realizada a pesagem das amostras úmidas, que foram colocadas em estufa a 65°C, durante 72 horas, para determinação do seu peso seco, calculando-se, em seguida, os seus teores de umidade.

Foram realizadas diversas pesagens de cinco gramas dos materiais triturados úmidos em balança de precisão e colocados em recipientes plásticos de 200 ml. Foram coletados cinco solos de diferentes locais, com diferentes culturas, e um solo descoberto sem vegetação para a preparação dos extratos aquosos. Os locais de coleta foram: área de plantio comercial de eucalipto na região de Ipatinga, MG; solo orgânico da região de mata e solo de textura média argilosa de barranco exposto e com baixo nível de matéria orgânica na região de Coronel Fabriciano, MG. Os demais solos coletados eram aluviais de textura médio arenosa e estavam sendo cultivados com monoculturas de milho (*Zea mays*), mandioca (*Manihot esculenta*) e capineira de capim colômbio (*Panicum spp.*) na região de Governador Valadares, MG. Em todos os locais, a superfície do solo foi limpa retirando-se os restos vegetais, expondo apenas o solo. Em seguida, foi realizada a coleta em profundidade máxima de cinco centímetros, região em que é caracterizada maior atividade microbiológica. Os solos foram acondicionados em sacos plásticos para transporte. No laboratório, foram homogeneizados e pesados 40 g de cada solo e, em seguida, colocados em erlenmeyers, onde foram adicionados 400 mL de água destilada. As soluções permaneceram sob agitação durante cinco minutos, objetivando a transferência de microorganismos do solo para solução aquosa e, em seguida, mantidas em repouso por uma hora para decantação das partículas minerais mais pesadas. Após o período de repouso, foram coletados 10 mL dos sobrenadantes de cada solo e colocados individualmente nos recipientes plásticos contendo o material vegetal triturado. O extrato foi rapidamente uniformizado nos materiais vegetais (folha e casca). Após a preparação das parcelas experimentais, os recipientes foram mantidos em prateleiras no laboratório para o desenvolvimento do processo de decomposição. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições.

A decomposição dos materiais vegetais permaneceu durante 90 dias com as coletas sendo realizadas a cada 15 dias. Ao longo de 90

dias foram realizadas seis coletas. Os tratamentos utilizados foram: extratos aquosos de seis diferentes solos; dois materiais vegetais de eucalipto (folha e casca) e seis coletas. Os recipientes eram irrigados com aproximadamente 10 mL de água destilada e a frequência ocorria de acordo com a temperatura ambiente e a velocidade de evaporação da água nos recipientes.

No período das coletas, os materiais vegetais em decomposição eram retirados dos recipientes, colocados em placas de petri e estufa a 75°C durante 72 horas, para determinação do seu peso seco. Em cada coleta eram analisados 36 recipientes, correspondendo a dois materiais vegetais, extratos de seis solos e três repetições.

Após a coleta de todos os recipientes, os dados da matéria seca foram avaliados pela análise de variância, que indicou a regressão polinomial que melhor se ajustava às informações obtidas. A significância foi caracterizada pelo Teste F, a 5% de probabilidade.

Resultados

Os resíduos vegetais (folha e casca do caule) se decomuseram de forma diferenciada, provavelmente em função de um somatório de fatores como suas diferentes relações carbono/nitrogênio, da composição quantitativa e qualitativa dos microorganismos presentes nos diferentes extratos dos solos, das condições ambientais do experimento (temperatura e umidade) e outros fatores que podem ter atuado em menor intensidade. Durante a condução deste experimento, a temperatura média diária no laboratório era, na maior parte do período, superior a 26°C e as parcelas experimentais mantidas com elevada umidade, favorecendo a atividade microbiológica.

Na tabela 1, observam-se os quadrados médios das regressões e suas respectivas significâncias pelo teste F a 5% de probabilidade. Nesta avaliação, consideraram-se como ajuste dos resultados obtidos os modelos de regressão até 3º grau, sendo as de grau superior agrupadas no desvio da regressão, pois são modelos de equações matemáticas que não se ajustam a este tipo de experimento.

Tabela 1 - Quadrado médio das regressões dos diferentes tratamentos avaliados.

Table 1 - Regressions mean square of the different evaluated treatments.

Fontes de Variação	Extrato de Solo											
	Eucalipto		Orgânico		Argiloso		Milho		Mandioca		Capineira	
	Folha	Casca	Folha	Casca	Folha	Casca	Folha	Casca	Folha	Casca	Folha	Casca
Regressão 1º grau	1,106**	0,130**	1,176**	0,127**	0,975**	0,109*	0,236**	0,400**	1,732**	0,233**	1,330**	0,189**
Regressão 2º grau	0,044	0,001	0,002	0,001	0,000	0,002	0,001	0,067**	0,184**	0,146**	0,045**	0,048
Regressão 3º grau	0,001	0,000	0,009	0,005	0,049**	0,005	0,017	0,011	0,005	0,106**	0,021*	0,029
Desvio da regr.	0,040*	0,007	0,006	0,029**	0,023**	0,034	0,016	0,001	0,005	0,003	0,037**	0,014
Coef. de Variação	6,76%	3,21%	3,02%	3,84%	2,79%	7,47%	4,54%	4,42%	4,46%	3,17%	3,90%	5,96%

*Teste F a 5% de probabilidade

**Teste F a 1% de probabilidade

Na figura 1, verificamos que a intensidade de decomposição das folhas de eucalipto foi superior ao processo de decomposição da casca do caule quando estes materiais orgânicos foram submetidos à suspensão aquosa do solo coletado em área de plantio de eucalipto. No período de 90 dias, a redução no conteúdo de matéria seca dos

resíduos foliares foi de aproximadamente 37%, enquanto a redução da matéria seca da casca foi inferior a 12%. Comportamento semelhante no processo de decomposição foi observado na figura 2, onde os materiais vegetais foram submetidos ao extrato de solo orgânico coletado em área de mata na região do Vale do Aço. Em ambos os casos, os

microorganismos atuaram de forma semelhante no processo de decomposição dos restos vegetais. O primeiro provavelmente ocorreu em função da presença de microorganismos especializados, pois o solo com eucalipto alterou o seu microhabitat original existente antes do plantio, criando um novo equilíbrio, estimulando o desenvolvimento dos microorganismos que melhor utilizam estes resí-

duos vegetais. No caso do tratamento em que foi utilizado o extrato de solo orgânico, a existência de uma grande diversidade microbiológica, neste solo, tornou provável a existência de microorganismos decompositores específicos que atuassem nos resíduos vegetais do eucalipto ou, até mesmo, a atuação conjunta de uma maior diversidade de microorganismos presentes neste solo.

Figura 1 - Decomposição de folha e caule de eucalipto na presença de extrato de solo cultivado com eucalipto.

Figure 1 - Leaf and stem decomposition of eucalyptus in soil extract from cultivated eucalyptus.

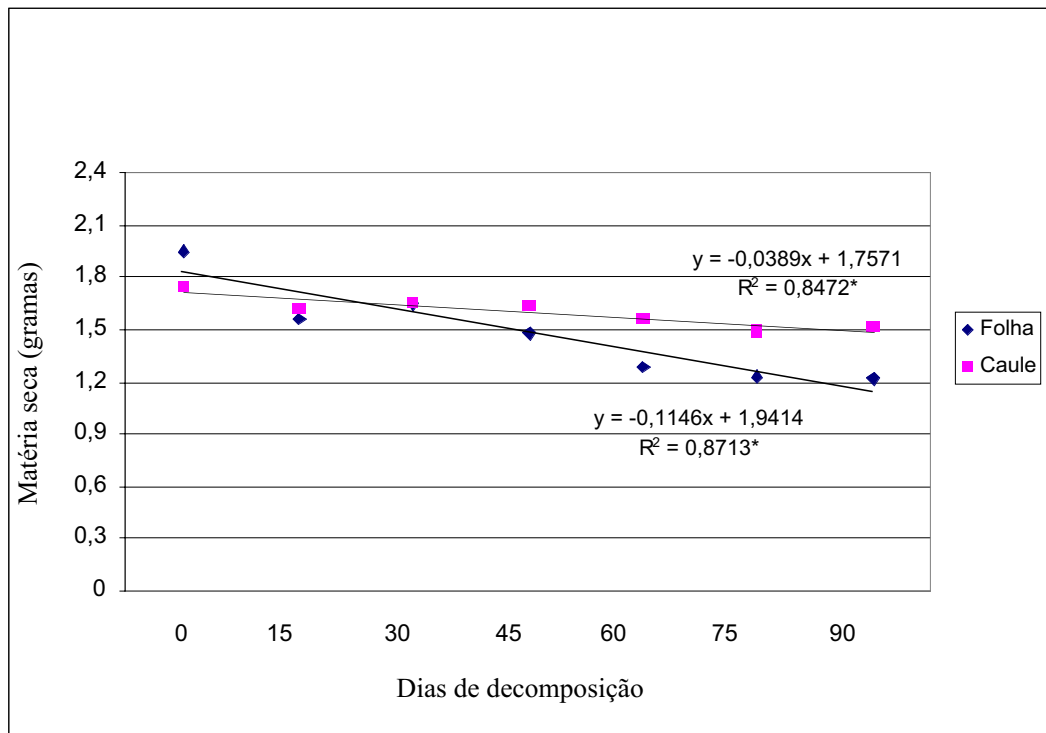
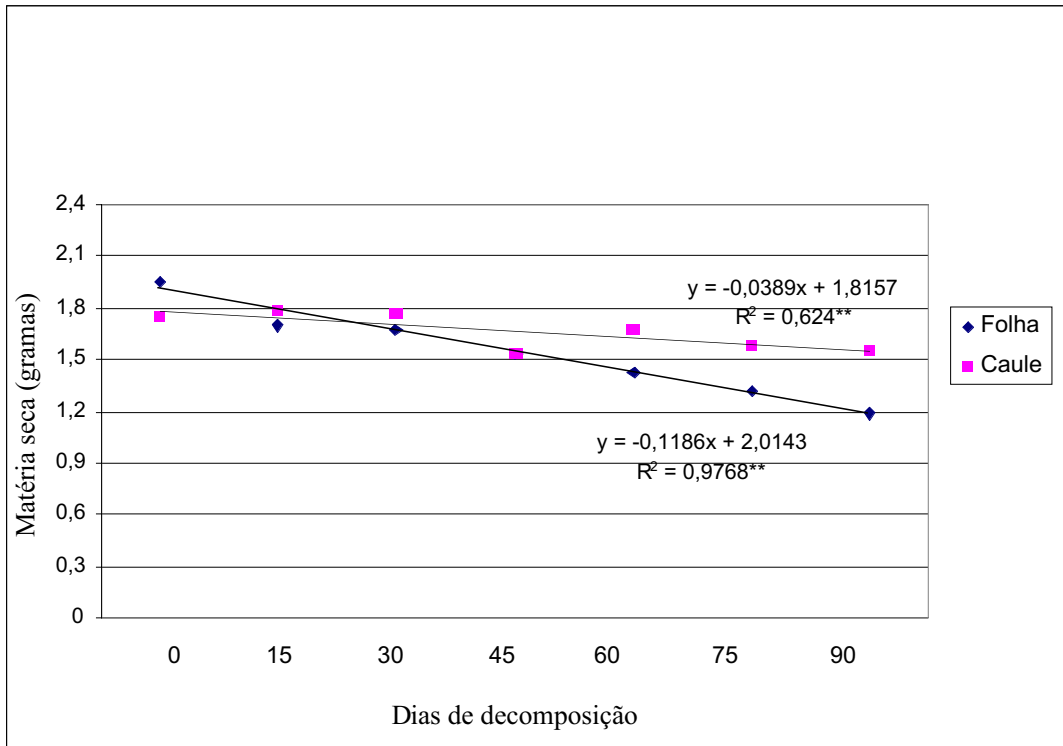


Figura 2 - Decomposição de folha e caule de eucalipto na presença de extrato de solo orgânico.

Figure 2 - Leaf and stem decomposition of eucalyptus in organic soil extract.

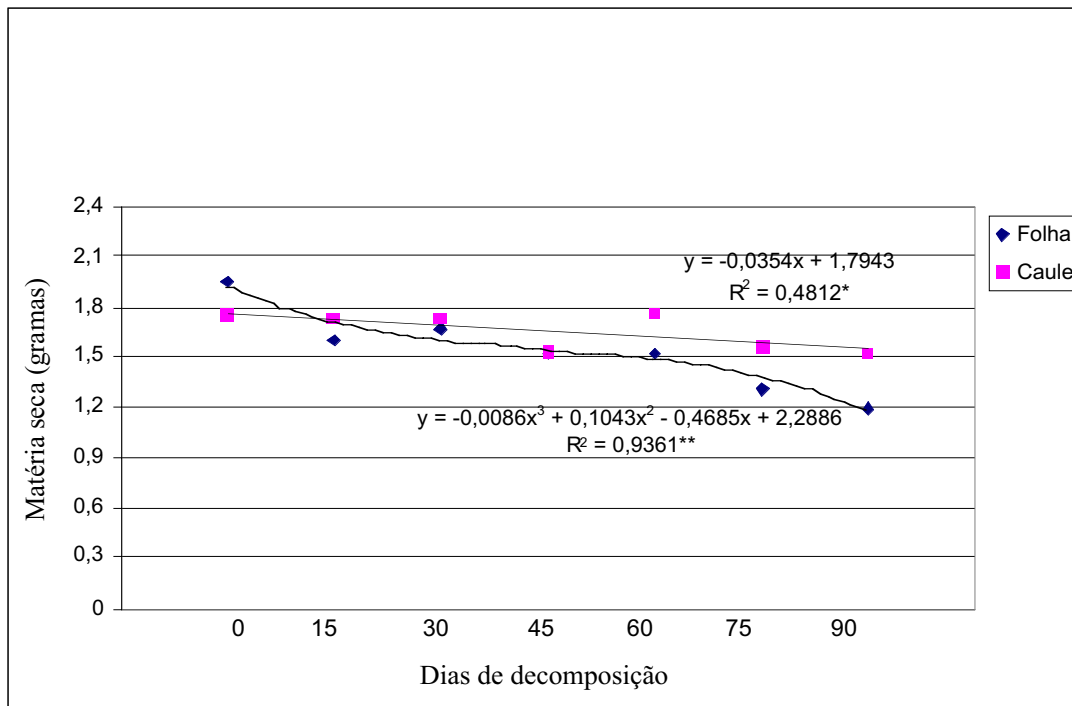


Quando se inocularam as estruturas vegetativas de eucalipto com extrato aquoso de solo argiloso (figura 3), não foram observadas grandes alterações no processo de decomposição da casca do caule ao final do processo (90 dias), mas uma alteração na regres-

são que expressa a decomposição da folha, em que, na fase inicial, até os 15 dias, e na fase final, entre 75 e 90 dias, o processo foi um pouco mais acelerado quando comparado à etapa intermediária de decomposição entre 30 e 60 dias.

Figura 3 - Decomposição de folha e caule de eucalipto na presença de extrato de solo argiloso.

Figure 3 – Leaf and stem decomposition of eucalyptus in loamy soil extract.

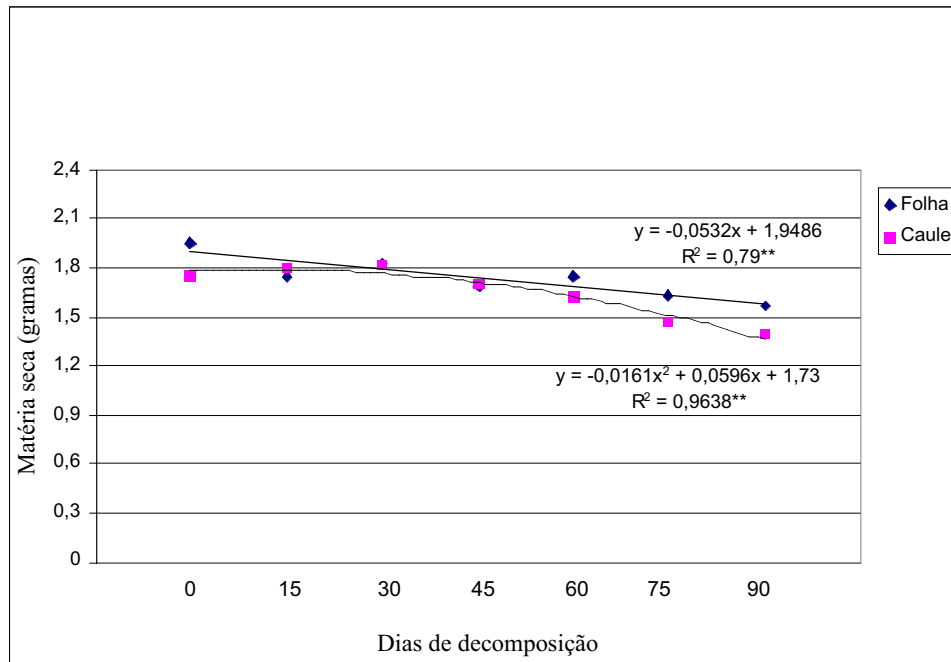


Na figura 4, em que foi utilizado extrato aquoso de solo cultivado com milho, o processo de decomposição mostrou-se diferenciado. Este extrato foi o único entre os extratos testados que promoveu decomposição das folhas de eucalipto de forma mais lenta quando comparado à casca externa do caule a partir do 30º dia de decomposição. A redução na quantidade de matéria seca do caule aos 90 dias de decomposição foi de aproximadamente 25%, diferente dos tratamentos citados anteriormente em que a redução ficou em torno de 12%. No caso da decomposição foliar, ocorreu o inverso. Durante o processo de decomposição ao longo dos 90 dias, a redução de matéria seca das folhas foi próxima de 15%, enquanto nos tratamentos anteriores, este valor chegou a 37%. Este aumento na velocidade de decomposição do caule aos 30 dias deveu-se, pro-

vavelmente, ao aumento da atividade microbológica na decomposição ter ocorrido a partir deste período, com a fase anterior sendo utilizada para adaptação ao substrato. No caso das folhas, a decomposição se manteve estável e lenta, provavelmente devido a menor quantidade, a pouca adaptabilidade dos microorganismos deste solo neste substrato, ou aos efeitos inibitórios de compostos químicos presentes nas folhas sobre a atividade dos microorganismos deste solo. Del Moral & Muller (1970) verificaram que folhas de *E. calmodulensis* produziam grandes quantidades de toxinas voláteis como o a pirene e a felandrena. Em outro trabalho, Gerrettons-Cornell & Humphreys (1978) verificaram que o lixiviado de folhas em decomposição de *E. marginata* de diversas regiões reduzia o número de zoósporos do fungo *Phytophthora cinnamomi*.

Figura 4 - Decomposição de folha e caule de eucalipto na presença de extrato de solo cultivado com milho.

Figure 4 – Leaf and stem decomposition of eucalyptus in soil extract from cultivated corn.

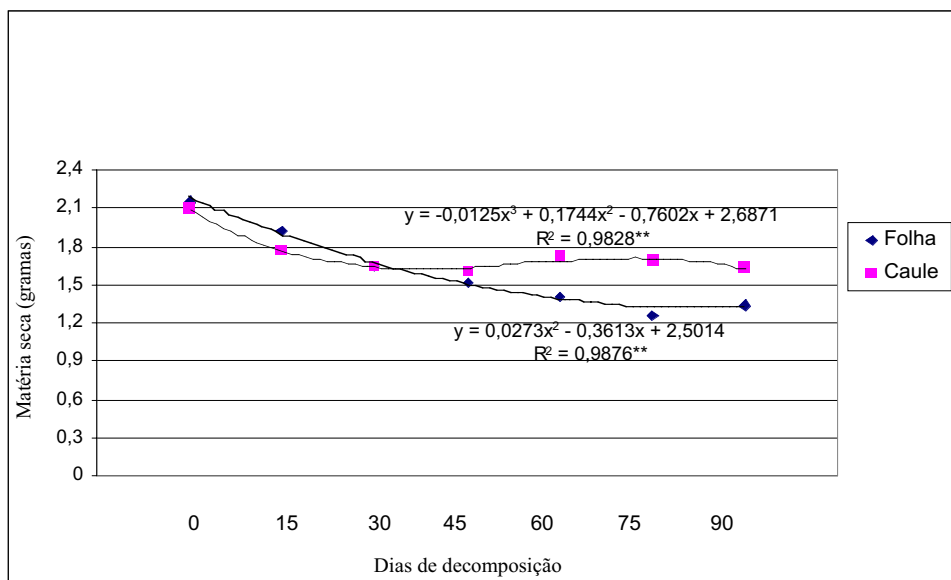


Com o extrato aquoso obtido de solo cultivado com mandioca (figura 5), a decomposição ocorreu de forma esperada, ou seja, o processo se mostrou mais intenso nas folhas quando comparado à casca. No caso das folhas, o processo de decomposi-

ção mostrou-se intenso até próximo aos 60 dias, reduzindo a velocidade do processo até a última avaliação aos 90 dias, diferente da decomposição do caule, onde a atividade foi mais intensa até os 30 dias após o início da decomposição, estabilizando-se em seguida.

Figura 5 - Decomposição de folha e caule de eucalipto na presença de extrato de solo cultivado com mandioca.

Figure 5 – Leaf and stem decomposition of eucalyptus in soil extract from cultivated cassava.

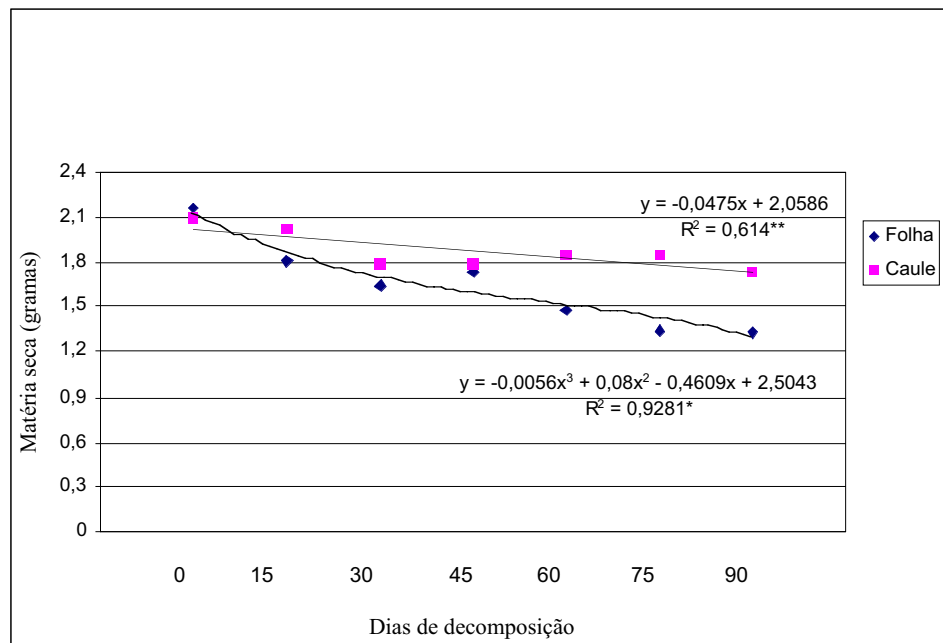


Na figura 6, com a utilização do extrato aquoso de solo de capineira, observou-se também uma decomposição acelerada das folhas de eucalipto em relação ao caule. A decomposição das folhas foi mais acentuada até os 30 dias de decompo-

sição, atingindo valores próximos a 36% de redução da matéria seca no final da avaliação, enquanto para o caule, estes valores de decomposição não ultrapassaram 15%, semelhante à utilização de outros extratos como de solo de eucalipto e orgânico.

Figura 6 - Decomposição de folha e caule de eucalipto na presença de extrato de solo utilizado com capineira.

Figure 6 – Leaf and stem decomposition of eucalyptus in soil extract from cultivated grass.



De modo geral, todos os extratos aquosos promoveram a decomposição de matéria orgânica de eucalipto de forma semelhante, com exceção do extrato aquoso do solo cultivado com milho. A provável variabilidade microbiológica existente nos diferentes solos não apresentou grandes diferenças no padrão de decomposição dos materiais vegetais, indicando que um novo equilíbrio microbiológico foi obtido com estes substratos e de forma bastante semelhante, independente do extrato aquoso escolhido.

Provavelmente, o principal fator que favoreceu a decomposição mais acelerada das folhas em relação à casca foi a sua relação carbono/nitrogênio que é menor quando comparada ao caule. A relação carbono/nitrogênio é importante no processo de decomposição, pois a proporção ideal entre os elementos favorece a utilização dos materiais pelos microorganismos. Quando o material vegetal possui alta relação carbono/nitrogênio, significa que este apresenta carência de nitrogênio, elemento

fundamental para formação das estruturas orgânicas dos microorganismos (aminoácidos e proteínas). Devido a este fato, o material é decomposto de forma mais lenta. Os microorganismos que realizam a decomposição da matéria orgânica utilizam os elementos carbono e nitrogênio preferencialmente na proporção de trinta partes de carbono para cada parte de nitrogênio (KIEHL, 1985).

Os resíduos das plantas de eucalipto apresentam compostos alelopáticos, principalmente nas folhas, que prejudicam o desenvolvimento de outras plantas e dificulta o processo de decomposição microbiológica dos resíduos. Al Mousawi e Al Naib (1976) detectaram alguns destes compostos nas folhas como o a pirene e os ácidos clorogênico, ferrúlico, p-coumárico, cafeico e vários compostos fenólicos e terpenóides. Rice e Pancholy (1973) constataram a presença do ácido elágico em *E. globosus*, composto altamente tóxico às bactérias nitrificantes do solo. Segundo Andrade et al. (2001), estes efeitos alelopáticos comprometem

também o desenvolvimento de sistemas silvopastoris. A associação entre *E. urophylla* e *Panicum maximum* Cv. Tanzânia-1 inibiu o desenvolvimento do segundo, principalmente devido a compostos químicos produzidos pelo eucalipto.

Considerações finais

Em função dos resultados obtidos neste experimento, podemos concluir:

- O processo de decomposição das folhas de eucalipto ocorre, de modo geral, mais rapidamente que da casca do caule.

- Ao final de 90 dias, os microorganismos presentes nos diferentes extratos aquosos dos solos promoveram uma taxa de decomposição do caule semelhante, com exceção dos microorganismos presentes no extrato aquoso do solo com a cultura do milho.

- O extrato aquoso de solo com a cultura do milho promoveu uma menor decomposição das folhas de eucalipto quando comparados aos demais extratos aquosos.

Referências

- ANDRADE, C. M. S. de; GARCIA, R; COUTO, L. Fatores limitantes ao crescimento do capim Tanzânia em um sistema agrossilvopastoril com eucalipto, na região de cerrado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1178-1185, 2001.
- ALMOUSAWI, A. H.; ALNAIB, F.A. G. Volatile growth inhibitors produced by *Eucalyptus microtheca*. **Bull Biol Res Centre**, v. 7, p. 17-23, 1976.
- DEL MORAL, R.; MULLER, C. H. The allelopathic effects of *Eucalyptus calmodulensis*. **Am Midl Nat.** v. 83, p. 254-282, 1970.
- FLAIG, W., BEUTELSPACHER, H.; RIETZ, E. Chemical composition and physical properties of humic substances. In:___ J. E. Gieseking (eds.). **Soil Components: Organic components**. New York: Springer, 1975. v. 1. p. 1-211.
- FLORENZANO, G. Ricerche sui terreni coltivati ad eucalitti. II. Ricerche microbiologiche e biochimiche. **Centro di Sperimentazione Agricola e Florestale**, v. 1, p. 133-152, 1956.
- FLORENZANO, G. Ulteriore indagini sui terreni coltivati ad eucalitti. II. Ricerche microbiologiche. **Centro di Sperimentazione Agricola e Florestale**, v. 2, p. 246-258, 1959.
- FREIRE, J. R. J. **Microbiologia do solo**. Porto Alegre: UFRGS, 1975.
- GERRETSON-CORNELL, L.; HUMPHREYS, F. R. Results of an experiment on the effects of *Pinus radiata* bark on the formation of sporangia in *Phytophthora cinnamomi* Rands. **fyton**, v. 36, p. 15-17, 1978.
- HURTS, H.M.B., BURGESS N. A. Lignin and humic acids. In:___ A. D. McLaren D. J. and G. H. PETERSON(eds.). **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1967. p. 260-286.
- IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: ADUBAÇÃO VERDE NO BRASIL. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 232-267.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo,SP: Agronômica Ceres, 1985.
- L'ANNUNZIATA, M. F.; LEGG, J. O. **Isotopes and radiation in agricultural sciences; soil-plant-water relationships**. New York: Academic, 1984. v. 1. p. 292.
- LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. São Paulo,SP: Editora da USP, 1993.
- LOZANO, J. M.; VELASCO, F. Evolucion del húmus y de la microflora telúrica por la implantacion de *Eucalyptus calmodulensis* Dehn em bosques autoctonos de Extremadura. **Anales de Edafología y Agrobiología**, v. 40, n. 5, p. 711-720. 1981.
- MASON, C. F. **Decomposição**. São Paulo,SP: EPU/ editora da USP, 1980.
- PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico de pragas e doenças**. São Paulo,SP: Nobel, 1988.
- RICE, E. L.; PANCHOLY, S. K. Inhibition of nitrification by climax ecosystems II. Additional evidence and possible role of tannins. **American Journal of Botany**, v. 60, p. 691-702, 1973.
- STEVENSON, F. J. **Humus chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 1982.
- TATE, R. L. **Soil organic matter: biological and ecological effects**. Florida: Krieger, 1992.

Recebido 15/09/2003
Aprovado 30/01/2004