



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

III-006 - VELOCIDADE DE DECOMPOSIÇÃO DO RESÍDUO DE CELULOSE SOB INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO.

Alexandre Sylvio Vieira da Costa⁽¹⁾

Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Doutor em produção vegetal pela Universidade Federal de Viçosa; Professor Titular da Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE) nas disciplinas de fertilidade e microbiologia do solo; professor adjunto do Centro Universitário do Leste de Minas (UNILESTEMG)

Marcelo Barreto da Silva

Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal de Viçosa; Doutor em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa; Professor Titular da Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE) na disciplina de Fitopatologia; Membro da Câmara de Ciências Agrárias da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

Eduardo Rezende Galvão

Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal de Viçosa; Doutor em Melhoramento Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa; Professor Titular da Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE) na disciplina de genética e melhoramento nos cursos de Biologia, Farmácia, Odontologia e Agronomia.

Gilson Barbosa Athayde Júnior

Engenheiro Civil formado pela Universidade Federal da Paraíba; Doutor em Engenharia Sanitária pela University of Leeds, Inglaterra; Professor Titular da Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE) nas disciplinas de controle ambiental, ciências do ambiente e abastecimento de água e sistemas de esgoto.

Carlos Lafaiete de Oliveira Monteiro

Aluno do 8º período do curso de agronomia da Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE); bolsista do programa de iniciação científica da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

Endereço⁽¹⁾: Rua Tenente Coronel Francisco Rodrigues, 75/apto 204, Bairro Acampamento da Vale, Governador Valadares, MG, CEP35012-420, tel(33)3275-8995/3279-5126, fax (33)3279-5137

e-mail asylvio@univale.br

RESUMO

Dentre as diversas tecnologias que estão sendo desenvolvidas visando o manejo dos resíduos sólidos e líquidos das fábricas, uma delas é acelerar o processo de decomposição com o objetivo de reduzir a quantidade de rejeitos que são condicionados em depósitos e aterros. O presente trabalho teve como meta reduzir o volume de resíduo sólido de celulose produzido por uma fábrica de papel que utiliza papel reciclável como matéria prima associado ao uso de nutrientes minerais. O experimento foi conduzido no laboratório de solos da Universidade Vale do Rio Doce em Governador Valadares, MG. Foram combinados três doses dos elementos minerais nitrogênio, fósforo e potássio nas concentrações de 0%, 1% e 3% em relação ao peso seco do resíduo de celulose. Os tratamentos foram mantidos em sala de incubação entre 29º e 32ºC. As coletas dos tratamentos foram realizadas aos 30 e 60 dias após o início do experimento. Foi avaliado o peso seco do resíduo de celulose e calculado, em porcentagem, a redução do peso seco e a quantidade de material que foi decomposta. O nitrogênio é o elemento mineral que mais intensificou o processo de decomposição. A ação do fósforo no processo de decomposição foi intensificada quando combinado com o nitrogênio. O potássio praticamente não interferiu na decomposição do resíduo de celulose. Em alguns tratamentos, as maiores doses deste elemento (3%) atuaram de forma negativa, reduzindo a taxa de decomposição. Isto ocorreu, provavelmente, devido a substituição deste elemento por outro similar nas células dos microrganismos decompositores; que apresenta

a mesma função fisiológica e estava presente no material, pois o resíduo de celulose apresentava menos de 0,01% de potássio em sua composição. O nitrogênio mostrou-se essencial ao processo de decomposição. Sem ele, a redução da massa de resíduo de celulose aos 60 dias não superou os 18%, enquanto com a presença deste elemento a decomposição atingiu valores superiores a 30%.

PALAVRAS-CHAVE: Decomposição, Resíduo de Celulose, Nutrientes Minerais.

INTRODUÇÃO

Os resíduos líquidos e sólidos provenientes das indústrias são bastante diversificados em função do tipo de indústria, do seu processo industrial, do sistema de tratamento utilizado dentre outros. O lançamento destes efluentes de forma indiscriminada pode promover grandes alterações no equilíbrio do ambiente externo, sendo importante ter o conhecimento do processo industrial envolvido e a fonte geradora do resíduo.

O resíduo sólido industrial disposto em aterros sanitários tem sido a alternativa de maior uso. O material é depositado em grandes aberturas no solo, previamente impermeabilizado e recoberto com terra. O problema atualmente encontra-se na quantidade de material depositado nos aterros que cresce a cada dia devido a atividade industrial.

Nos resíduos orgânicos predominam a celulose, lignina, proteínas, aminoácidos e outros constituintes menores que sofrem várias transformações bioquímicas devido os microrganismos e suas enzimas. A intensidade com que os resíduos orgânicos são consumidos pela microbiota depende das condições químicas e ambientais. Os resíduos ricos em lignina e compostos aromáticos são de difícil decomposição, diferente dos compostos que possuem elevada quantidade de carboidratos solúveis que são facilmente decompostos (SIQUEIRA e FRANCO, 1988).

A celulose é um homopolissacarídeo linear constituído de unidades de D-glucopiranosídeo. Encontrada nas paredes celulares primárias e secundárias das células das plantas, apresentam função estrutural. Na madeira das espécies arbóreas existe o predomínio da celulose e lignina, além de outros polissacarídeos estruturais como as pectinas e hemiceluloses. Os termitas e as bactérias do trato digestivo dos bovinos produzem enzimas capazes de hidrolizar a celulose (CONN e STUMPF, 1980).

Os microambientes favorecem o desenvolvimento de grupos específicos de microrganismos e variam de acordo com diversos fatores como a concentração de nutrientes minerais, principalmente os macronutrientes, variação de temperatura, umidade, pH, salinidade, dentre outros. BROOKES (1995), determinou as características microbianas que são proporcionadas pela adição de materiais das mais diversas origens. O primeiro processo avalia a ação de toda a atividade microbiana, o segundo determina o tamanho da população e o terceiro correlaciona a atividade com a comunidade predominante. Diversas variáveis são avaliadas de modo a se obter informações mais precisas sobre as interferências ocasionadas no ambiente pelos diferentes tipos de materiais orgânicos (DOMSCH et al, 1983). As principais são a liberação de CO₂; biomassa de carbono; atividade enzimática; número de microrganismos, teores de nitrogênio, fósforo, dentre outros (BROOKES, 1995).

O presente trabalho teve como objetivo verificar a velocidade de decomposição do resíduo sólido de celulose proveniente de Fábrica de papel que utiliza como matéria prima no processo industrial o papel reciclável, sob influência de diferentes concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi montado utilizando resíduo sólido de celulose proveniente da fábrica de papel e celulose sediada em Governador Valadares e que utiliza como matéria prima no processo industrial papel reciclável. O resíduo foi coletado na fábrica, peneirado em peneiras de 0,5 mm de malha e mantido por 2 dias à sombra para retirada do excesso de umidade. Em seguida foi retirada uma amostra deste material e colocado em estufa de circulação forçada durante 72 horas para determinação do seu teor de umidade.

Foram utilizados placas de petri como recipientes onde adicionou-se 20 gramas de resíduo de celulose em cada. Os tratamentos utilizados foram: adição de 0%, 1% e 3% de nitrogênio na forma de sulfato de amônio (N0, N1, N2), fósforo na forma de fosfato monobásico de sódio (P0, P1, P2) e potássio na forma de cloreto de potássio (K0, K1, K2). A porcentagem de material utilizado foi calculada em função do peso seco do resíduo de celulose presente nas placas. Os elementos foram solubilizados em água destilada e aplicados no resíduo em função do tratamento determinado. Nos tratamentos N0, P0 e K0 foram aplicados apenas água destilada. As placas foram mantidas fechadas em sala de incubação com temperatura variando entre 29º e 32ºC. Adicionou-se frequentemente água as placas evitando o ressecamento do resíduo.

Metade das placas foram coletadas aos 30 dias e o restante aos 60 dias após a implantação do experimento. O resíduo coletado era secado em estufa a 65°C durante 72 horas e avaliado o seu novo peso seco. O cálculo final foi realizado em função da redução do peso seco comparado ao peso seco inicial do resíduo no tempo zero.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com os tratamentos organizados em fatorial 3x3x3, referentes aos elementos minerais (nitrogênio x fósforo x potássio) com duas coletas e quatro repetições em cada coleta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

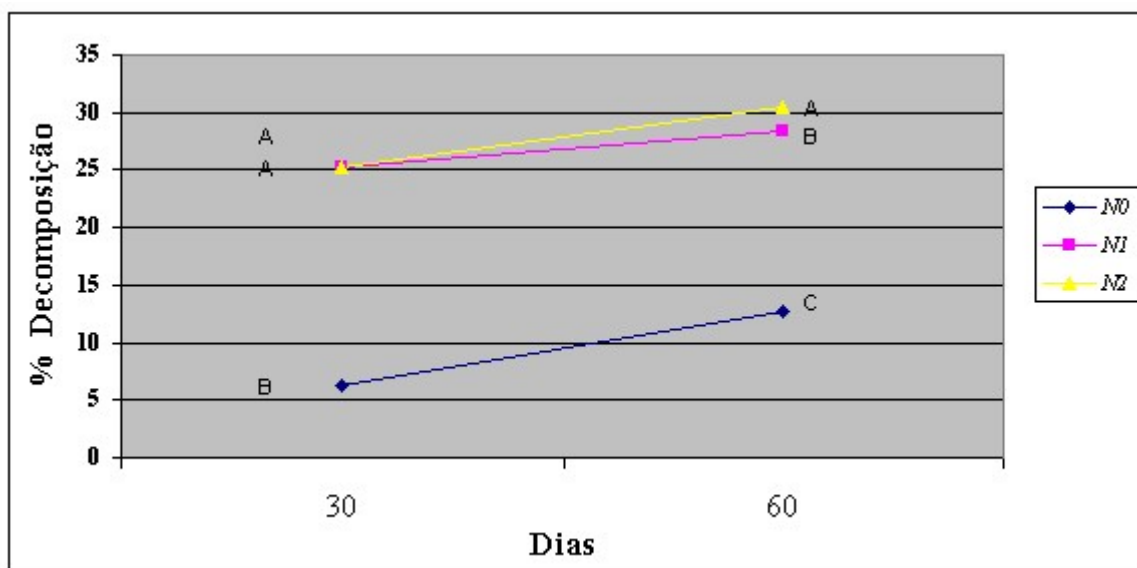
A análise de variância mostrou resultados significativos para os três fatores estudados (nitrogênio, fósforo e potássio) e as suas interações duplas e triplas, nas duas coletas aos 30 e 60 dias, com exceção do potássio aos 30 dias onde não foram observadas diferenças significativas. Os maiores valores de F calculado são encontrados para os fatores nitrogênio e fósforo, principalmente para o nitrogênio que se mostrou altamente significativo.

Nos tratamentos sem a presença do nitrogênio (Figura 1) a decomposição foi muito reduzida aos 30 dias (6,21%), diferente dos tratamentos com nitrogênio em que a decomposição ficou acima de 25%. Aos 60 dias, a redução da massa de celulose no tratamento sem nitrogênio era de apenas 12,66%, enquanto nos demais tratamentos com nitrogênio, os valores estavam acima de 28%.

A falta do elemento fósforo reduziu a taxa de decomposição do resíduo de celulose, mas de forma menos intensa quando comparado ao nitrogênio, tanto aos 30 dias quanto aos 60 dias após o início do processo de decomposição, apesar das diferenças significativas encontradas (Figura 2). No caso do potássio (Figura 3), observa-se aos 30 dias após o início da decomposição que a sua presença ou ausência não interfere no processo de decomposição. A tendência também foi observada aos 60 dias após a decomposição, apesar das diferenças significativas.

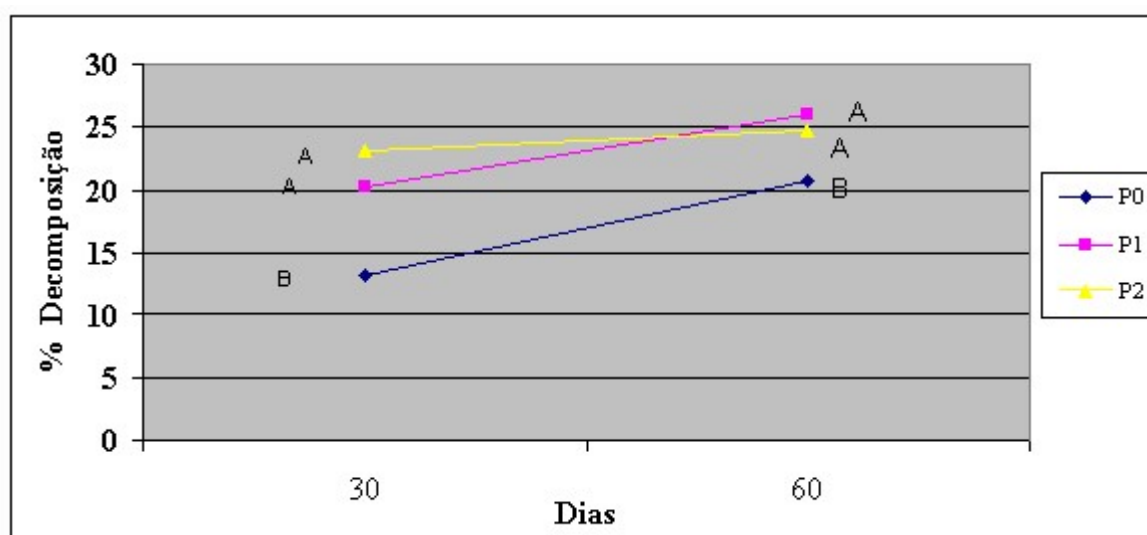
Nas três figuras verifica-se que o principal processo de decomposição do resíduo de celulose acontece no primeiro mês, ocorrendo uma grande redução da atividade microbiológica no segundo mês de decomposição.

Figura 1. Decomposição do resíduo de celulose em diferentes etapas e níveis de nitrogênio



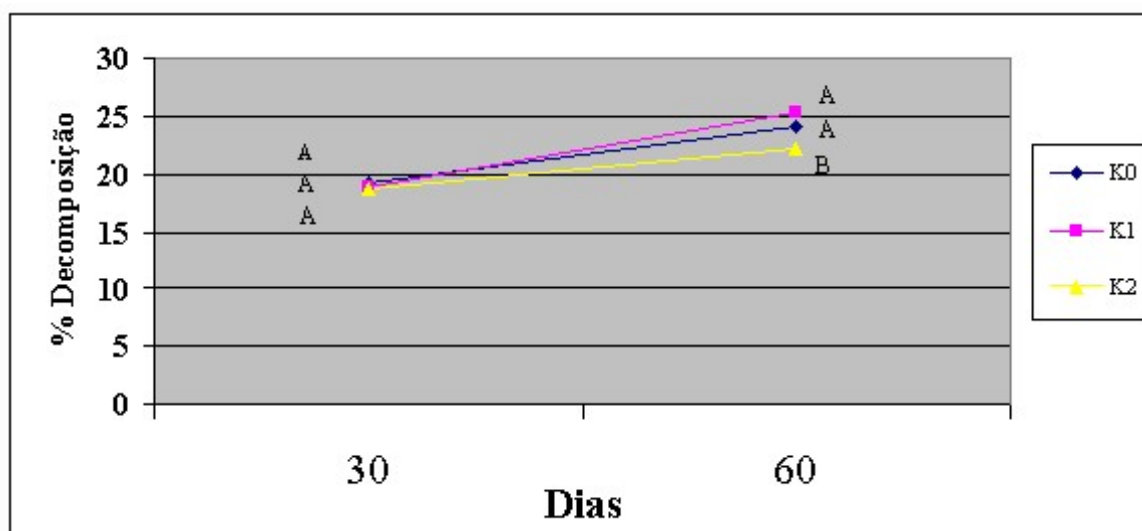
*As letras correspondem a comparação das médias dentro de cada coleta, analisado pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 2. Decomposição do resíduo de celulose em diferentes etapas e níveis de fósforo.



*As letras correspondem a comparação das médias dentro de cada coleta, analisado pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 3. Decomposição do resíduo de celulose em diferentes etapas e níveis de potássio.



*As letras correspondem a comparação das médias dentro de cada coleta, analisado pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 1, podemos observar os efeitos da interação entre as diferentes doses de nitrogênio e de fósforo no processo de decomposição do resíduo de celulose aos 30 e 60 dias. Após 30 dias de decomposição a presença do fósforo não acelerou o processo de decomposição na ausência de nitrogênio. Quando o nitrogênio foi utilizado, o processo de decomposição acelerou de forma intensa, principalmente quando combinado com as diferentes doses de fósforo.

Aos 60 dias o processo de decomposição na ausência de nitrogênio continuou lento em relação aos tratamentos onde este elemento foi utilizado. Sem o uso do nitrogênio (N0), a dose P1 se mostrou mais promissora na decomposição do resíduo em relação ao P0 e P2, com 17,4% de redução da matéria seca. Com as doses de nitrogênio N1 e N2, o fósforo apresentou efeitos sinérgicos, ou seja, a presença do fósforo acelerando o processo de decomposição do resíduo depende da aplicação do nitrogênio. No caso do nitrogênio a recíproca não é totalmente verdadeira. A aplicação do nitrogênio no resíduo, mesmo sem a presença do fósforo, acelera o processo de decomposição. A presença do fósforo intensifica o processo de decomposição quando associado ao nitrogênio.

Na Tabela 1 podemos observar que as maiores decomposições do resíduo de celulose aos 60 dias ocorreram nos tratamentos N1P2, N2P1 e N2P2, onde a redução da matéria seca foi superior a 30%. Aos 30 dias de decomposição, os

tratamentos N1P2 e N2P2 já atingiam decomposição superior a 30%.

Estes resultados indicam que os microrganismos decompositores do resíduo de celulose dependem mais do elemento nitrogênio do que do fósforo para acelerar o processo. Apesar disto, a aplicação de fósforo tende a intensificar os efeitos do nitrogênio, acelerando um pouco mais o processo de decomposição. O resíduo de celulose desta empresa é pobre em nitrogênio e fósforo, com valores inferiores a 0,1% em relação ao peso seco.

A Tabela 2 mostra resultados do processo de decomposição do resíduo sob influência de diferentes doses de nitrogênio e potássio. Sem a presença do nitrogênio, tanto aos 30 quanto aos 60 dias, o tratamento K1 foi o que apresentou melhores resultados em relação a decomposição do resíduo de celulose. Apesar deste resultado, o processo foi lento, atingindo, no máximo, uma decomposição de 15,7% após o período de 60 dias. Na presença da dose de nitrogênio N1, o tratamento sem a aplicação de potássio apresentou melhores resultados em relação a decomposição aos 30 dias. Aos 60 dias praticamente não houve diferenças entre K0 e K1 com o tratamento K2 apresentando valores reduzidos, indicando uma possível inibição da atividade microbiológica. Na terceira dose de nitrogênio (N2), a maior dose de potássio se mostrou mais promissora em acelerar a decomposição aos 30 dias, sendo que esta pequena vantagem desaparece na avaliação aos 60 dias onde todos os tratamentos variando as doses de potássio foram iguais estatisticamente.

O elemento nitrogênio na presença ou ausência do potássio acelerou o processo de decomposição da celulose, demonstrando mais uma vez, ser um elemento essencial ao processo. Estes efeitos podem ser observados aos 30 e 60 dias. Mesmo sem aplicação de potássio (K0), mas com alta aplicação de nitrogênio (N2), a decomposição do material atingiu valores superiores a 30% nos 60 dias após o início do experimento. Aos 30 dias, o tratamento N1K0 já apresentava decomposição do resíduo superior a 27%.

Na Tabela 3, onde foi avaliado o resultado da interação entre as doses de fósforo e de potássio, observa-se que os valores da decomposição do resíduo no tratamento K0P0 aos 30 e 60 dias foram de 15,8% e 21,3%, respectivamente. Estes valores foram superiores quando comparados aos resultados dos tratamentos N0P0 e N0K0. Este resultado demonstra a essencialidade do elemento nitrogênio e a necessidade menor dos microrganismos decompositores pelos elementos fósforo e potássio. A aplicação de fósforo proporcionou um aumento no processo de decomposição com ou sem a presença do potássio. Apesar de pequenos, os aumentos na decomposição são gradativos com o aumento das doses de fósforo aos 30 dias com destaque para o tratamento K1P2 onde neste período de decomposição já atingia 24,3%. Aos 60 dias a decomposição já havia apresentado uma maior uniformidade entre os tratamentos com a aplicação de fósforo (P1 e P2). Neste período, o destaque ficou para o tratamento K1P1, onde a decomposição foi de 29%.

O potássio, assim como na Tabela 2, apresentou pouca ou nenhuma diferenciação entre os tratamentos. Sem a presença do fósforo (P0) o melhor resultado de decomposição aos 30 dias foi com a ausência de potássio (K0) onde os valores atingiram 15,8%. A presença do potássio no processo de decomposição apresentou pouca importância quando foi utilizado em conjunto com o fósforo, sendo significativo em apenas alguns tratamentos.

Tabela 1. Efeito das interações entre diferentes doses de fósforo e nitrogênio na redução da matéria seca do resíduo de celulose, em %, nos diferentes períodos de avaliação.

				Fósforo				
			30 dias				60 dias	
		P0	P1	P2		P0	P1	P2
	N0	5,8% Ac	6,5% Ac	6,4% Ab		11,9% Bc	17,4% Ab	8,6% Cb
Nitrogênio	N1	16,4% Cb	28,7% Ba	31,1% Aa		22,9% Cb	29,7% Ba	32,4% Aa
	N2	18,0% Ca	25,8% Bb	31,8% Aa		27,4% Ba	30,8% Aa	33,2% Aa

*Letras maiúsculas correspondem as comparações entre as médias nas linhas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*Letras minúsculas correspondem as comparações entre as médias nas colunas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Efeito das interações entre diferentes doses de potássio e nitrogênio na redução da matéria seca do resíduo de celulose, em %, nos diferentes períodos de avaliação.

		Potássio						
		30 dias				60 dias		
		K0	K1	K2		K0	K1	K2
	N0	5,0% Bc	8,9% Ab	4,7% Bb		11,5% Bb	15,7% Ab	10,7% Bc
Nitrogênio	N1	27,6% Aa	23,4% Ca	25,1% Ba		29,5% Aa	29,1% Aa	26,3% Bb
	N2	24,9% Bb	24,3% Ba	26,5% Aa		31,0% Aa	31,0% Aa	29,4% Aa

*Letras maiúsculas correspondem as comparações entre as médias nas linhas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*Letras minúsculas correspondem as comparações entre as médias nas colunas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Efeito das interações entre diferentes doses de fósforo e potássio na redução da matéria seca do resíduo de celulose, em %, nos diferentes períodos de avaliação.

		Fósforo						
		30 dias				60 dias		
		P0	P1	P2		P0	P1	P2
	K0	15,8% Ca	19,1% Bb	22,6% Ab		21,3% Bab	25,9% Ab	24,9% Aa
Potássio	K1	12,6% Cb	19,6% Bb	24,3% Aa		21,8% Ca	29,0% Aa	25,0% Ba
	K2	11,6% Bb	22,4% Aa	22,4% Ab		19,1% Bb	23,1 Ac	24,3% Aa

*Letras maiúsculas correspondem as comparações entre as médias nas linhas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*Letras minúsculas correspondem as comparações entre as médias nas colunas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O nitrogênio é o principal elemento que intensifica o processo de decomposição do resíduo de celulose.

O fósforo atua de forma mais significativa no processo de decomposição da celulose quando associado ao nitrogênio.

O potássio pouco interferiu no processo de decomposição, apesar dos seus baixos teores no resíduo de celulose, provavelmente por ser substituído por outro elemento similar no metabolismo das células dos microrganismos decompositores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BROOKES, P. C. The use of microbial parameter in monitoring soil pollutions by heavy metals. *Biology and Fertility of Soils*. V.19, n.4, p.269-279, 1995.
2. CONN, E. E.; STUMPF, P. K. Introdução à bioquímica. São Paulo:Editora Edgard Blucher,1980.525p.
3. DOMSCH, K. H.; JAGNOW, G.; ANDERSON, T. H. Ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemical on soil micro-organisms. *Residue Reviews*. v.86, p.65-105, 1983.
4. SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, ABEAS; Lavras: ESAL, 1988. 236p.