

## III-158 - PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS EM PROCESSO DE COMPOSTAGEM EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

**Caio Augusto L. R. de Souza**<sup>(1)</sup>

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental no IFES – Campus Vitória.

**Sheila Souza da Silva Ribeiro**<sup>(2)</sup>

Bióloga pela UFES, Mestre em Botânica pela UFV, Auxiliar de Laboratório, Ifes, Campus Vitória

**Jacqueline Rogéria Bringhenti**<sup>(3)</sup>

Engenheira Civil pela UFES, Doutora em Saúde Pública pela USP, Professora do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Ifes, Campus Vitória

**Adriana Marcia Nicolau Korres**<sup>(4)</sup>

Bióloga pela UFES, Doutora em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia, Professora do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Ifes, Campus Vitória

**Endereço:** Av. Vitória, 1729 - Jucutuquara - Vitória - ES - CEP: 29040-780 - Brasil - Tel: (27) 3331-2237 - e-mail: akorres@gmail.com

### RESUMO

A compostagem é um processo controlado de degradação da matéria orgânica pelos microrganismos. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, esta é uma opção para tratamento dos resíduos sólidos orgânicos produzidos pela população, sendo uma alternativa à disposição final em aterros sanitários. O método que também utiliza minhocas para acelerar o processo de decomposição é chamado de vermicompostagem e se mostra uma opção para a compostagem em espaços reduzidos, como em apartamentos. O presente trabalho analisa os parâmetros físicos, químicos e biológicos durante o processo de vermicompostagem no Ifes - Campus Vitória, com o intuito de se acompanhar os fatores determinantes e sua influência processo. Para isso, foram analisados diversos parâmetros entre eles a temperatura, pH, umidade e a contagem global de microrganismos e o número de unidades formadoras de colônias por grama UFC/g do material em processo de compostagem e do material final. Também foram feitos testes para verificar a presença de *Escherichia coli* e coliformes totais no composto obtido no final do processo. Além de tudo, o presente trabalho também tem um cunho social e educativo, visto que busca a sensibilização e conscientização dos servidores da instituição com a coleta seletiva e a compostagem, ampliando e divulgando ações de sustentabilidade dentro do próprio campus. Durante todo o processo prevaleceram temperaturas inferiores a 30°C e valores de pH entre 7 e 8,8. A presença de vetores, principalmente de moscas, foi constatada na maioria das semanas, porém foram raras as análises com mau odor. O teste para *E. coli* no composto final foi negativo. Conclui-se que a coleta seletiva e a destinação de resíduos sólidos orgânicos ao processo de vermicompostagem é viável em instituições de ensino e que o material final produzido é de qualidade para uso agrônômico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos Orgânicos, Coleta Seletiva, Compostagem, Vermicompostagem.

### INTRODUÇÃO

O crescente aumento da população e, conseqüentemente, do consumo e dos resíduos gerados por ela, gera a necessidade de novas soluções para o tratamento e disposição destes materiais. No Brasil, a geração de resíduos sólidos orgânicos (RSO) é estimada em mais de 50% dos domésticos (IBGE, 2010). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece a compostagem como uma forma de destinação final ambientalmente adequada para a fração orgânica gerada (Lei nº 12.305/2010).

Compostagem pode ser definida como o processo de degradação controlada da matéria orgânica realizado por microrganismos aeróbicos. O processo chamado de vermicompostagem é aquele onde se utiliza, além de microrganismos, minhocas, que aceleram a decomposição dos resíduos e tornam a matéria orgânica em composto orgânico já estabilizado ao final do processo (AQUINO, 2009; BRITO, 2010). A compostagem doméstica é aquela que ocorre dentro dos domicílios, ou seja, no próprio local de origem e geração do resíduo. Esta é uma alternativa para a diminuição da quantidade de resíduos que é enviada aos aterros sanitários, reduzindo assim gastos do poder público com a logística tradicional de coleta, transporte e disposição final dos resíduos.

Apesar de uma crescente preocupação por parte da população com os seus resíduos produzidos e da busca por um estilo de vida cada vez mais sustentável, muitas pessoas esbarram em pequenos empecilhos, como falta de tempo e espaço, inviabilizando a prática da compostagem doméstica. O monitoramento do processo de compostagem feito neste trabalho é importante no sentido de se acompanhar a degradação da matéria orgânica e a produção do composto, verificando a influência dos diversos parâmetros durante o processo. Assim, na ocorrência de algo indesejável, é possível verificar sua origem e buscar uma possível solução para o problema, principalmente no que tange a geração de odores e aparecimento de vetores frequentemente atrelados ao processo de compostagem. Ao compreender mais sobre como os parâmetros influenciam na compostagem e como solucionar problemas derivados do processo, a compostagem doméstica se torna mais prática e viável, promovendo assim uma maior adesão por parte da população.

A prática de coleta seletiva de RSO e compostagem no Ifes, campus Vitória, vem sendo desenvolvida desde o ano de 2013. Desde então, foram desenvolvidos diversos trabalhos nessa área, visando à sensibilização dos servidores e alunos sobre a compostagem como uma alternativa de destinação de resíduos e, conseqüentemente, a adesão dos mesmos no processo de compostagem dentro do Instituto (COSTA et al, 2016). Atividades que buscam a coleta seletiva para uso em compostagem no Instituto justificam-se por estar colaborando com as ações de sustentabilidade do campus, no sentido de dar fim nobre aos RSO gerados nos diferentes setores.

## OBJETIVO

O presente estudo visa relatar o acompanhamento do processo de vermicompostagem realizado no Ifes, campus Vitória, no que se refere a parâmetros físicos, químicos e biológicos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Três composteiras em caixas (Figura 1) foram montadas com resíduos sólidos orgânicos, borra de café, serragem e minhocas vermelhas californianas (*Eisenia foetida*) para o início das atividades. Essas composteiras foram alimentadas semanalmente com os RSO provenientes da coleta seletiva realizada nos diversos setores do campus. O processo de decomposição foi acompanhado pela medida de diferentes parâmetros físicos e químicos, como temperatura, pH, umidade, granulometria; e parâmetros biológicos, como a presença de vetores, contagem global de microrganismos aeróbios mesófilos heterotróficos e de bolores e leveduras. Além das avaliações citadas, foram feitos testes para determinar a relação C/N e verificar a presença de coliformes totais e de *Escherichia coli* no produto final.



**Figura 1- Composteiras montadas para início das atividades**

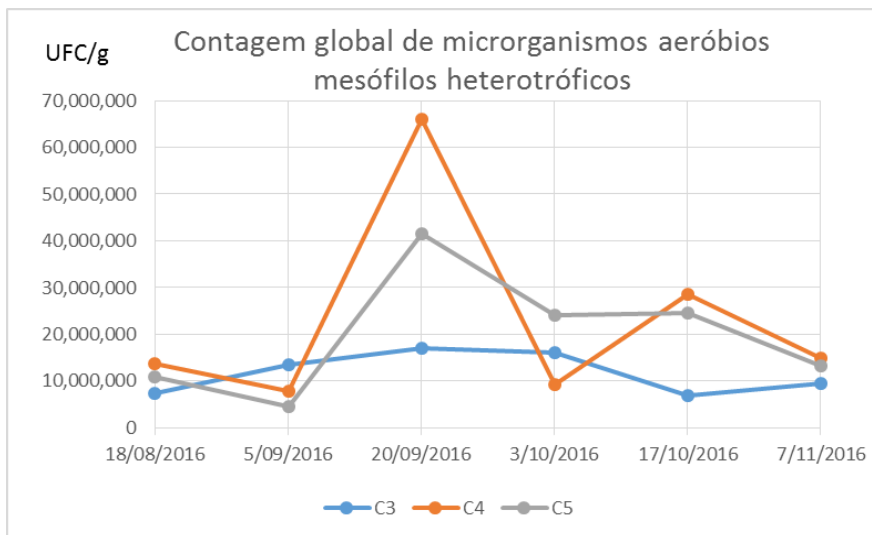
Os parâmetros pH, temperatura, umidade e odor durante o processo de compostagem foram acompanhados semanalmente. A medida de temperatura era tomada em três pontos de cada caixa e no ambiente onde se localizavam as composteiras. A medida da umidade era feita fora e dentro do composto, com o uso de um termo-higrômetro. A presença de vetores no entorno e dentro das composteiras foi verificada por observação visual, assim como a presença e classificação de odor foi feita por meio da sensação olfativa dos membros executores. Para a medida do pH, eram coletadas amostras de 10g em cinco pontos diferentes de cada caixa, formando uma amostra composta. A partir dessa amostra, 10g eram acondicionadas em um Becker e um volume de 25mL de água destilada era adicionado posteriormente. Em seguida, o material era agitado com bastão de vidro e mantido em repouso por 20 minutos. A seguir a amostra era novamente agitada com o bastão de vidro e a medida do pH era tomada mergulhando-se o eletrodo na suspensão. Todos os valores foram anotados em uma planilha específica para manter o registro e para futuras consultas.

Já as contagens de microrganismos foram realizadas aos 15, 30, 45 e 60 dias de compostagem e depois de 120 dias, com o composto já curado, no sentido de se acompanhar a microbiota presente em cada fase. Assim como no processo de medição do pH, foi coletada uma amostra composta em cada caixa de compostagem para se proceder às contagens de unidades formadoras de colônia por grama (UFC/g) dos grupos microbianos citados. Foram coletadas 10g de composto em 5 pontos diferentes da caixa. Então, 25g desta amostra composta foram diluídos em 225 mL de solução salina esterilizada (0,85% p/v). A partir dessa suspensão foram feitas diluições decimais ( $10^{-1}$  a  $10^{-6}$ ). Plaqueou-se as diluições  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  e  $10^{-6}$  em Agar Padrão para Contagem, para futura contagem global de microrganismos aeróbios mesófilos heterotróficos, e em meio Agar Sabouraud, para contagem de bolores e leveduras. Após a incubação, procedeu-se à contagem das colônias e ao cálculo de UFC/g de cada grupo de microrganismo. Os resultados obtidos também foram registrados em planilha para a análise dos resultados e construção de um gráfico ao final do processo.

A determinação da presença/ausência de *E. coli* e coliformes totais foi realizada. Optou-se por utilizar o método do substrato cromogênico. Para isso, foi feito um processo muito semelhante aos realizados para a contagem de microrganismos. Primeiramente foi feita a coleta de uma amostra composta em cada caixa de compostagem. Foram coletadas amostras de 10g cada em cinco pontos diferentes da caixa. Deste material foram separados 30g para diluição em 270 mL de solução salina esterilizada (0,85% p/v). Assim como na contagem de microrganismos, foram feitas seguidas diluições decimais da suspensão ( $10^{-1}$  a  $10^{-6}$ ). Adicionou-se então o substrato cromogênico na última diluição, contendo 100 mL. Encubou-se as amostras por 24 horas e posteriormente verificou-se a cor apresentada pela amostra sob iluminação normal e ultravioleta.

## RESULTADOS

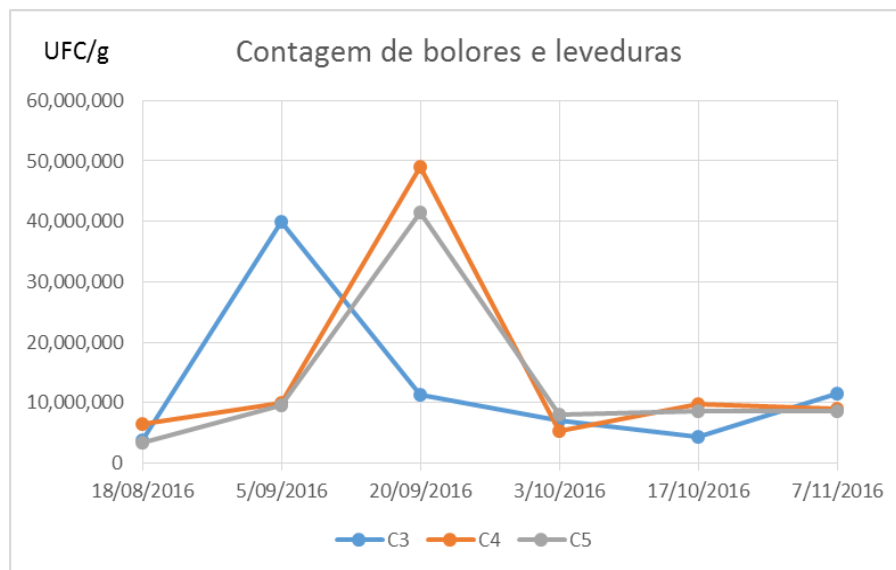
Os resultados obtidos para a contagem global de microrganismos aeróbios mesófilos heterotróficos (Figura 2) e a contagem de bolores e leveduras (Figura 3), mostram que o crescimento microbiano seguiu uma tendência de perfil de uma curva de crescimento padrão para um sistema fechado (TORTORA; FUNK; CASE, 2012).



**Figura 2 – UFC/g de microrganismos aeróbios mesófilos heterotróficos ao longo do processo de vermicompostagem**

O principal motivo para esta diferença entre a curva de crescimento padrão e as obtidas é a presença de uma cultura mista no processo de compostagem. A presença de minhocas, larvas e outros animais da microfauna participando na decomposição da matéria orgânica, levam o ambiente da compostagem a se apresentar como um rico microcosmo de interações ecológicas. Por causa disso, as curvas características de cada microrganismo se sobrepõem em uma contagem global. Além disso, ressalta-se que a composteira não se constitui um sistema fechado e sim um sistema aberto, com alimentação/operação em intervalos de 15 dias.

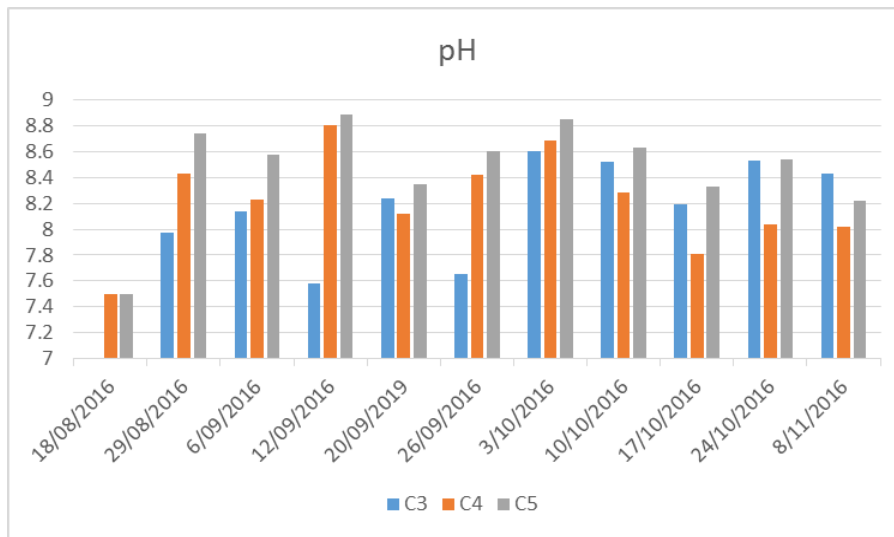
No entanto, as fases lag e log são bem representadas nas contagens durante as três primeiras coletas. O ápice da quantidade de UFC/g foi obtido no ponto após a terceira coleta. O maior número de bolores e leveduras na segunda coleta (Figura 3) pode ser devido ao fato de que o material orgânico originalmente depositado já continha algumas cascas com indícios de mofo. Possivelmente pelo material apresentando muito bolor depositado na primeira inserção de resíduos. O decréscimo no número de microrganismos na quarta coleta pode ter ocorrido devido ao fato do material orgânico já estar entrando em fase de maturação e estabilização do composto. Tal degradação pode ser evidenciada nos resultados observados nas coletas seguintes (quinta e sexta), onde o número de microrganismos permaneceu reduzido.



**Figura 3 –UFC/g bolores e leveduras em processo de vermicompostagem**

Karina Heck (2013) relata a quantidade de bactérias heterotróficas durante processo de compostagem em leiras. Devido à diferença no tipo de resíduo orgânico e no método de compostagem utilizados, os resultados obtidos se diferem muito ao do presente trabalho. Em seu experimento, Heck utilizou o método de batelada, alimento a leira apenas uma vez com resíduos orgânicos domiciliares e podas de árvores, além do lodo de esgoto, que foi adicionado após 15 dias do início do processo. Já neste trabalho foi feita uma alimentação quinzenal apenas com restos de frutas e borra de café. Em ambos os trabalhos os resultados apresentados para as contagens de bactérias heterotróficas começaram na casa ordem  $10^7$  UFC/g. No entanto, ao contrário do que foi apresentado neste trabalho, onde a quantidade de microrganismos seguiu uma curva de crescimento padrão, os valores obtidos por Heck decaíram constantemente, aumentado apenas após adição do lodo e depois voltando a reduzir. O provável motivo para isso é a ausência de uma realimentação constante da leira de compostagem. Como exemplo, pode-se comparar os resultados obtidos após aproximadamente 90 dias de processo. Enquanto Heck obteve  $1,8 \times 10^5$  UFC/g, neste trabalho foi obtido um valor muito maior, na ordem de  $1 \times 10^7$  UFC/g.

Para o pH, os resultados obtidos podem ser considerados satisfatórios. A faixa considerada ótima para o desenvolvimento dos microrganismos e das minhocas responsáveis pela compostagem é de 5,5 a 8,5 e de 7 e 8,5 para o produto final segundo Rodrigues (2006, apud VALENTE et al. 2009). Observa-se que os valores obtidos (Figura 4) não sofreram grandes alterações ao longo do processo e se mantiveram dentro da faixa ótima o tempo todo.



**Figura 4 –Variação de pH durante o processo de vermicompostagem**

A explicação para um valor mais baixo de pH no começo do processo e o aumento deste com o tempo é degradação da matéria orgânica que ocorre na compostagem. De acordo com Turner (2002, apud VALENTE et al. 2009), à medida que fungos e bactérias degradam as moléculas, ocorre a liberação de ácidos, influenciando em baixos valores de pH. Ao decorrer da compostagem, estes ácidos vão sendo degradados e o pH vai aumentando gradativamente até a formação do produto final. Outro fator que implica em um aumento no valor do pH durante o processo é a presença de minhocas no processo, isso porque estas possuem glândulas calcíferas que excretam carbonato de cálcio, consequentemente aumentando o pH do meio (ROBERTSON, 1936).

Outro parâmetro que foi acompanhado durante todo o processo e que é de suma importância na compostagem é a temperatura. Esta determina quais microrganismos atuarão na decomposição da matéria orgânica, destacando em que fase o processo se encontra. Além disso, a temperatura influencia diretamente na presença ou não de microrganismos patogênicos no produto final. Visto que a grande maioria dos patógenos são mesófilos, temperaturas acima de 50°C durante o processo implicariam em condições de desenvolvimento desfavoráveis para os mesmos.

Segundo Valente et al. (2009), a compostagem apresenta três fases distintas, sendo duas mesófilas e uma termófila. No entanto, o que foi constatado durante o acompanhamento do processo foi a presença apenas da fase mesófila, não obtendo valores acima de 30°C em nenhuma medição. Este fato se mostrou essencial para a sobrevivência e permanência das minhocas dentro da composteira, uma vez que estas não suportam altas temperaturas.

Na verdade, a presença das próprias minhocas é um dos motivos para não ocorrer uma grande elevação de temperatura no processo de vermicompostagem. Ao se locomoverem nas caixas para se alimentarem dos resíduos orgânicos, elas traçam caminhos por entre os resíduos e o composto, melhorando aeração do processo e, consequentemente, reduzindo a temperatura do mesmo. Com uma melhor aeração do processo, se dispensa a necessidade do revolvimento do material, diminuindo assim o trabalho e o tempo aplicado durante a compostagem.

Apesar da ausência de uma fase termófila durante o processo, não atingindo altas temperaturas e assim favorecendo a eliminação de patógenos, foi obtido um resultado negativo para o teste de *E. coli* no produto final. Os tipos de resíduos orgânicos depositados durante a compostagem influenciam diretamente nas características do composto final. Uma vez que estes eram provenientes dos setores do campus e se caracterizam, na sua grande maioria, por resto de frutas e borras de café, já era esperado o resultado negativo para *E. coli*.



Como o composto final está sendo destinado às áreas verdes do campus e para ações educativas internas e não há o intuito de comercializá-lo, um acompanhamento rigoroso dos parâmetros exigidos por norma não se faz necessário. Porém a constatação da ausência de patógenos é interessante tanto para a aplicação segura do composto quanto para o engajamento dos servidores com as atividades de compostagem.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Estudos que acompanham o processo de compostagem e indicam os fatores que favorecem a celeridade do mesmo são importantes pois permitem a sua otimização. Seja no âmbito de redução de espaço, tempo ou até mesmo na redução de vetores e odores, essa otimização se mostra essencial para adesão das pessoas ao processo de compostagem ou vermicompostagem.

Apesar do crescente desejo por parte da população em exercer ações sustentáveis e retomar um antigo contato com a natureza, hoje suprimido pela grande urbanização, essa prática só se tornará um hábito se for espacialmente viável e fácil inserção na rotina das pessoas. Caso contrário, a população continuará optando pelo serviço de coleta realizado por suas respectivas prefeituras, que na maioria das vezes faz a disposição final dos resíduos em aterros sanitários, sem um tratamento específico para a parcela de orgânicos.

No que tange uma melhor otimização do processo de compostagem, a utilização de minhocas se mostra essencial. Ao participar juntos com os microrganismos na decomposição da matéria orgânica, estas aceleram o processo e reduzem o espaço necessário para o mesmo. Além disso, elas promovem uma melhor aeração, dispensando a necessidade de revolvimento do material.

Aumentar o número de pessoas que aderem e realizam tal atividade é de suma importância, pois se reduz os impactos ambientais ao promover uma destinação nobre aos resíduos sólidos orgânicos. Soma-se a isso que ao final do processo é gerando um composto orgânico rico em nutrientes, passível de uso por parte do próprio produtor ou de uma possível comercialização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AQUINO, A.M. Vermicompostagem. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa Biológica do Solo. Circular Técnica 25. 6 p. 2009
2. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)> Acesso em: 28 nov. 2016.
3. BRITO, D. (2010) Compostagem e vermicompostagem em escolas de educação básica: uma proposta para Educação Ambiental (EA). V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica – CONNEPI.
4. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). 2010.
5. COSTA, P.M., BRINGHENTI, J.R, KORRES, A.M.N, FAÉ, C. Awareness and practice of solid waste selective collect for vermicomposting: Case study in an Educational Institution. 59º Congresso Internacional del Agua, Saneamiento, Ambiente y Energías Renovables, y el XXXV Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de AIDIS. Cartagena. 2016.
6. HECK, K. et al. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.17, n.1, p. 54-59, fev. 2013.
7. ROBERTSON, J.D. The function of calciferous glands of earthworms. Journal of Experimental Biology, Cambridge, v.13, p.279-297, jul. 1936.
8. TORTORA, G.J; FUNKE, B.R; CASE, C.L. Microbiologia. Porto Alegre: Artmed, 2012.
9. VALENTE, B.S. et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. Archivos de Zootecnia, Córdoba, v. 58, p.59-85, abr. 2009.