

ANTÔNIO GALVÃO DO NASCIMENTO

TRANSPORTE DE *Bacillus* spp. EM SISTEMAS POROSOS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL

2004

RESUMO

NASCIMENTO, Antônio Galvão do, D. S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2004. **Transporte de *Bacillus* spp. em sistemas porosos**. Orientador: Marcos Rogério Tótola. Conselheiros: Arnaldo Chaer Borges e Hilário Cuquetto Mantovani.

O transporte de suspensões de células ou de esporos de *Bacillus* spp. foi estudado em colunas de areia de quartzo. A eficiência de transporte foi medida como valores de C/C_0 , em que “ C_0 ” corresponde à concentração de células viáveis da suspensão injetada e “ C ”, à concentração de células viáveis das alíquotas do eluato. As eficiências de transporte variaram de maneira direta ou inversamente proporcional aos valores de C_0 , caracterizando os efeitos dos fenômenos de “bloqueamento” ou de “ripening”, respectivamente. Os padrões de alteração de C/C_0 ao longo do tempo evidenciaram a ocorrência concomitante dos referidos fenômenos. Assim, propõe-se que: i) as alterações de C/C_0 são o resultado do fenômeno que causa o efeito predominante em cada momento; ii) que ambos os fenômenos têm efeitos predominantes em diferentes seções do sistema, ao mesmo tempo; e iii) que a injeção de suspensões de células com concentrações distintas resulta em diferenças na concentração de células viáveis aderidas por unidade de área das partículas de areia de quartzo, ao final do período de “bloqueamento” do sistema poroso. O predomínio concomitante dos efeitos dos fenômenos de “bloqueamento” e de “ripening”, em diferentes seções do sistema poroso, é proposto como uma das possíveis explicações

para os observados desvios da Teoria de Filtração de Colóides (CFT) em condições desfavoráveis à adesão de células de *Bacillus* spp. às superfícies da matriz de areia de quartzo. Assim, a intensificação do “ripening” em regiões mais próximas à entrada do sistema poroso pode ser a causa dos decréscimos de probabilidade de adesão em cada seção (α_i) ao longo do sistema poroso, em condições desfavoráveis à adesão. Ao contrário, a inexistência do “desvio da CFT” em condições favoráveis à adesão seria devida ao predomínio dos efeitos de interações do tipo “célula–sistema poroso”. Nessa condição, a intensificação do “ripening” em seções mais próximas à entrada do sistema poroso não deve causar efeitos mensuráveis sobre α_i . Com base nesse estudo de transporte de *Bacillus* spp. em sistema poroso e nos modelos de filtração de colóides que se assentam na Teoria da “CFT”, ou em seus “desvios”, propõe-se adequar os modelos atuais, considerando a alternância do predomínio do “bloqueamento” e do “ripening” consecutivamente em uma mesma seção da coluna e, também, a ocorrência simultânea dos dois fenômenos predominando em seções distintas do sistema poroso. Em estudos de Recuperação Avançada de Petróleo Melhorada por Microrganismos (MEOR), no transporte de células de bactérias com potencial de produção de exopolissacarídeos, a exemplo de *Bacillus subtilis* LBBMA 155, devem-se considerar a intensificação do “ripening” na entrada do sistema poroso e o possível entupimento causado por esse fenômeno.

ABSTRACT

NASCIMENTO, Antônio Galvão do, D. S., Universidade Federal de Viçosa, December 2004. ***Bacillus* spp. transport in porous systems**. Adviser: Marcos Rogério Tótola. Committee members: Arnaldo Chaer Borges and Hilário Cuquetto Mantovani.

The transport of *Bacillus* spp. cell or spore suspensions was studied in columns of quartz sand. The transport efficiency was measured as values of C/C_0 , where “ C_0 ” is the concentration of the viable cells of the suspension injected, while “ C ” is the concentration of the viable cells of the aliquot of the eluate. The transport efficiency rates varied in a direct way, or directly proportionally to the C_0 values, characterizing the effects of the “blocking” or the “ripening” phenomena, respectively. The alteration patterns of C/C_0 , in the long run, showed the concomitant occurrence of the phenomena previously mentioned. Thus, it is proposed that: i) the alterations of C/C_0 result from the phenomenon which causes the predominant effect at each moment; ii) both phenomena present predominant effects in different sections of the system, at the same time; and iii) the injection of suspension cells with different concentrations present different results in concentrations of viable cells adhered by area unit of the quartz sand particles, at the end of the “blocking” period of the porous system. The concomitant predominance of the effects of the “blocking” and “ripening” phenomena, in different sections of the porous system, is proposed as one of the possible explanations for the deviations observed in the Colloid Filtration Theory (CFT), under unfavorable conditions for the *Bacillus* spp. cells to adhere to the surfaces of the quartz sand matrix. Thus, the

intensification of “ripening” in regions closer to the entrance of the porous system may be a cause for the decrease in the adhesion probability in each section (α_i) along the porous system, under unfavorable conditions for adhesion. On the other hand, the absence of the “CFT deviation” under favorable conditions for the adhesion would be explained by the predominance of interaction effects like “cell - porous system”. Under this condition, the intensification of “ripening” in sections closer to the entrance of the porous system may not cause measurable effects on α_i . Based on this study of the *Bacillus* spp transport in porous system and on the colloid filtration models based on the “CFT” Theory, or in its “deviations”, it is proposed to adjust the present models, considering the alternation of the “blocking” and “ripening” predominances, consecutively, in the same column section and, as well, the simultaneous occurrence of both phenomena predominating in different sections of the porous system. In studies on the Advanced Oil Recovery Improved by Microorganisms (MEOR), in the transport of cells of bacteria with potential for producing exopolysaccharides, similarly to *Bacillus subtilis* LBBMA 155, it is important to consider the intensification of the “ripening” at the entrance of the porous system and the possible clogging caused by this phenomenon.