

Produção de Biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 com Diferentes Difusores Para Injeção de CO₂

Bruna Barcelos Cardias¹, Luiza Moraes¹, Gabriel Martins da Rosa¹, Lucielen Oliveira dos Santos¹, Jorge Alberto Vieira Costa¹

¹Universidade Federal do Rio Grande – Escola de Química e Alimentos – Laboratório de Engenharia Bioquímica
Rua Engenheiro Alfredo Huch, 475, CEP: 96203-970, Rio Grande, RS
brunabarcelosc@hotmail.com

RESUMO

*Com a biofixação de CO₂ por microalgas, além dos créditos de carbono, podem ser obtidos biomassa, biocombustíveis e outros bioprodutos de interesse comercial. O objetivo deste trabalho foi investigar a influência de diferentes configurações de difusores para a injeção do CO₂ no crescimento da microalga *Spirulina* sp. LEB 18. Os cultivos foram realizados em fotobiorreatores tubulares verticais de 2 L, com fotoperíodo 12 h claro/escuro e 30°C. Na fase clara o ar foi enriquecido com 12% de CO₂. A injeção do gás foi realizada com 4 difusores de configurações diferentes, denominados pedra sinterizada, madeira porosa, cortina porosa e anel perfurado. Com exceção da produtividade máxima, as demais respostas de crescimento avaliadas não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre as configurações de difusores empregadas. Assim, foi selecionada a cortina porosa como melhor configuração de difusor a ser empregado no cultivo de *Spirulina*, pois proporcionou superior produtividade máxima de biomassa ($0,13 \pm 0,0 \text{ g.L}^{-1}.\text{d}^{-1}$).*

Palavras-chave: difusores de gás, dióxido de carbono, microalga.

INTRODUÇÃO

A biofixação de CO₂ por microalgas tem despertado atenção nos últimos anos, pois tem se mostrado uma tecnologia promissora para a redução de forma sustentável do aumento das concentrações dos gases de efeito estufa. Neste contexto, pesquisas estão sendo desenvolvidas a fim de identificar espécies de microalgas tolerantes a altas concentrações de CO₂ e a definição de parâmetros de processo que maximizem as taxas de crescimento e de biofixação de CO₂ pelas microalgas¹.

A concentração de CO_{2(g)} fornecida aos cultivos de microalgas não reflete necessariamente a quantidade de CO₂ dissolvido no meio de cultivo. Isto porque, a transferência deste gás para o meio líquido é afetada por fatores como pH, temperatura, tempo de residência do gás no interior do biorreator² e configurações dos difusores³.

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo verificar a influência de diferentes configurações de difusores para a injeção do CO₂ no crescimento de *Spirulina* sp. LEB 18.



MATERIAL E MÉTODOS

O micro-organismo utilizado foi *Spirulina* sp. LEB 18⁴, mantida em meio Zarrouk⁵. O inóculo foi diluído e inoculado em meio Zarrouk modificado sem NaHCO₃ e adaptado continuamente a nova fonte de carbono, pela injeção de CO₂ com vazão específica de alimentação de 0,12 mL_{CO2}.mL_{meio}⁻¹.d⁻¹.

Os ensaios foram realizados em duplicata em fotobiorreatores tubulares verticais de 2 L, com volume útil de 1,7 L, mantidos em estufa a 30°C, fotoperíodo 12 h claro/escuro e 3,2 klx⁶ com duração de 15 d. A agitação dos cultivos foi promovida pela injeção de ar comprimido a uma vazão específica de 0,05 vvm (volume de ar.volume de meio⁻¹.min⁻¹). Durante a fase clara o ar foi enriquecido com 12% de CO₂, injetado por 2 min a cada hora, resultando em uma taxa de alimentação diária de 244,8 mL_{CO2}.d⁻¹. A injeção da mistura gasosa (ar+CO₂) foi realizada com 4 difusores de configurações diferentes, sendo estes pedra sinterizada, madeira porosa, cortina porosa e anel perfurado. Diariamente foram coletadas amostras dos ensaios para análise da concentração celular, através da densidade óptica a 670 nm⁷ em espectrofotômetro digital e medida do pH com pHmetro digital.

A partir da curva de crescimento celular foi estimada a concentração celular máxima (X_{máx}, g.L⁻¹) e avaliadas a produtividade máxima (P_{máx}, g.L⁻¹.d⁻¹), velocidade específica máxima de crescimento (μ_{máx}, d⁻¹) e o tempo de geração (t_g, d). A produtividade volumétrica foi calculada conforme a Equação 1, onde X_t (g.L⁻¹) é a concentração celular no tempo t (d) e X₀ (g.L⁻¹) é a concentração celular no tempo t₀ (d). A velocidade específica máxima de crescimento (μ_{máx}, d⁻¹) foi obtida pela regressão exponencial da fase logarítmica de crescimento da microalga e o tempo de geração foi calculado conforme a Equação 2.

$$P_x = \frac{X_t - X_0}{t - t_0} \quad (1)$$

$$t_g = \frac{\ln 2}{\mu_{máx}} \quad (2)$$

As respostas obtidas foram avaliadas através de análise de variância (ANOVA), seguido por teste de Tukey, ao nível de 95% de confiança.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra os perfis de crescimento celular e de pH dos cultivos de *Spirulina* utilizando diferentes configurações de difusores.

A microalga *Spirulina* apresentou crescimento celular durante todo o período de cultivo em todos os ensaios. Os ensaios não apresentaram fase lag, provavelmente devido à prévia adaptação do inóculo com o CO₂ como fonte de carbono. Os experimentos utilizando pedra sinterizada, madeira porosa e anel perfurado apresentaram crescimento exponencial até o 15^o d, entretanto o ensaio 2 (cortina porosa) no 13^o d atingiu a fase estacionária de crescimento (Figura 1a). Pode-se observar na Figura 1b que com o passar dos dias houve aumento de pH. Nos ensaios 1,

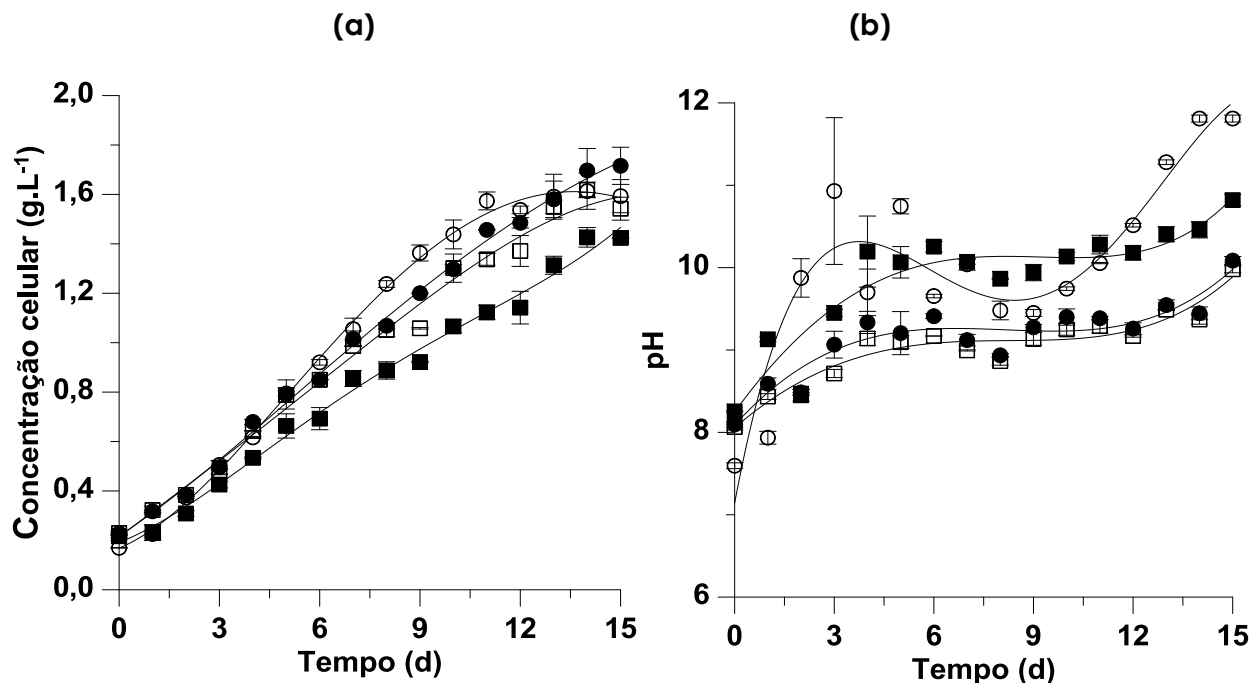


Anais do III Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia Trabalho Completo apresentado na seção: PÔSTER

III SIMPÓRIO DE
Londrina 2013

3 e 4 o pH manteve-se na faixa entre 8,0 e 10,8, entretanto, no ensaio 2 o pH variou entre 7,6 e 11,8. Isto pode ter ocorrido devido ao consumo de CO₂ pela microalga. Em cultivos de microalgas ocorre uma relação complexa entre pH e a concentração de CO₂, pois o aumento da concentração de CO₂ na corrente gasosa injetada nos cultivos pode causar redução do pH⁸.

Figura 1. Perfis de crescimento celular (a) e pH (b) dos ensaios com *Spirulina* utilizando pedra sinterizada (●), cortina porosa (○), anel perfurado (■) e madeira porosa (□)



A concentração celular máxima, produtividade máxima, velocidade específica máxima de crescimento e o tempo de geração dos cultivos de *Spirulina* sp. LEB 18 com os diferentes tipos de difusores estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Média \pm desvio padrão da concentração celular máxima ($X_{m\acute{a}x}$), produtividade máxima ($P_{m\acute{a}x}$), velocidade específica máxima de crescimento ($\mu_{m\acute{a}x}$) e tempo de geração (t_g) para os cultivos com diferentes difusores

Difusor	$X_{m\acute{a}x}$ (g.L ⁻¹)	$P_{m\acute{a}x}$ (g.L ⁻¹ .d ⁻¹)	$\mu_{m\acute{a}x}$ (d ⁻¹)	t_g (d)
Pedra sinterizada	1,72 \pm 0,08 ^a	0,11 \pm 0,0 ^a	0,25 \pm 0,00 ^a	2,76 \pm 0,05 ^a
Cortina porosa	1,61 \pm 0,07 ^{a,b}	0,13 \pm 0,0 ^b	0,30 \pm 0,01 ^a	2,31 \pm 0,09 ^a
Anel perfurado	1,44 \pm 0,02 ^b	0,09 \pm 0,0 ^c	0,26 \pm 0,03 ^a	2,71 \pm 0,27 ^a
Madeira porosa	1,62 \pm 0,03 ^{a,b}	0,11 \pm 0,0 ^a	0,24 \pm 0,02 ^a	2,88 \pm 0,18 ^a

Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as repostas ($p > 0,05$).



III SIMBBTEC
Londrina 2013

Anais do III Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia Trabalho Completo apresentado na seção: PÔSTER

De acordo com a Tabela 1 as concentrações celulares máximas de *Spirulina* sp. LEB 18 obtidas nos ensaios com a pedra sinterizada, madeira porosa e cortina porosa, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre os ensaios. A máxima produtividade foi observada no ensaio com a cortina porosa, apresentando diferença significativa em relação aos demais difusores ($p < 0,05$). Os resultados de $\mu_{\text{máx}}$ e t_g obtidos não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) para as configurações de difusores utilizadas. Talbot et al. (1990) para o cultivo de *Phormidium bohneri* testaram difusores porosos e perfurados, em relação à capacidade de transferência de CO_2 para o meio líquido. Os autores verificaram que difusores porosos, devido ao menor diâmetro dos orifícios, produzem maior número de bolhas, aumentando a área interfacial entre a fase líquida e gasosa, permitindo maior transferência de CO_2 .

CONCLUSÕES

A máxima produtividade de biomassa foi verificada quando se utilizou a cortina porosa nos cultivos de *Spirulina* sp. LEB 18. As demais respostas de crescimento avaliadas não apresentaram diferença significativa entre si para as configurações de difusores testadas. Com isso, foi possível determinar que a cortina porosa foi a melhor configuração de difusor para cultivo da microalga, a fim de se obter maior conversão do CO_2 em biomassa, minimizando as perdas de CO_2 para a atmosfera.

REFERÊNCIAS

- (1) SINGH, U. B.; AHLUWALIA, A. S. Microalgae: a promising tool for carbon sequestration. *Mitig Adapt Strateg Glob Change*, 2012.
- (2) KUMAR, K.; DASGUPTA, C. N.; NAYAK, B.; LINDBLAD, P.; DAS, D. Development of suitable photobioreactors for CO_2 sequestration addressing global warming using green algae and cyanobacteria. *Bioresource Technology*, v. 102, p. 4945-4953, 2011.
- (3) TALBOT, P.; LENCKI, R. W.; LA NOUIE, J. Carbon dioxide absorption characterization of a bioreactor for biomass production of *Phormidium bohneri*: comparative study of three types of diffuser. *Journal of Applied Phycology*, 2, p. 341-350, 1990.
- (4) MORAIS, M. G.; REICHERT, C. C.; DALCANTON, F.; DURANTE, A. J.; MARINS, L. F.; COSTA, J. A. V. Isolation and Characterization of a New *Arthrospira* Strain. *Z. Naturforsch.*, v. 63, p. 144-150, 2008.
- (5) ZARROUK, C. Contribution à l'étude d'unecyanophycée. Influence de diversfacteurs physiques et chimiquessur la croissance et photosynthese de *Spirulina maxima* Geitler. **Ph.D. Thesis, University of Paris, 1966.**
- (6) MORAIS, M. G.; COSTA, J. A. V. Carbon dioxide fixation by *Chlorella kessleri*, *C. vulgaris*, *Scenedesmus obliquus* and *Spirulina* sp. cultivated in flasks and vertical tubular photobioreactors. *Biotechnology Letters*, v. 29, p. 1349-1352, 2007.
- (7) COSTA, J. A. V.; COLLA, L. M.; DUARTE FILHO, P.; KABKE, K.; WEBER, A. Modeling of *Spirulina platensis* growth in fresh water using response surface methodology. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 18, p. 603-607, 2002.
- (8) RICHMOND, A. In: Handbook of Algal Mass Culture; Richmond, A., ed.; CRC Press: USA, 1986.