

SISTEMA BIOLÓGICO PARA FIXAÇÃO DE CO₂ UTILIZANDO *Chlorella vulgaris*

Michele Greque de Moraes⁽¹⁾ Adriano Seizi Arruda⁽¹⁾ Muriel Araújo Soares⁽¹⁾ Jorge Alberto Vieira Costa⁽¹⁾

(1)Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Laboratório de Engenharia Bioquímica. Rua Eng. Alfredo Huch, 475, Caixa Postal 474, Rio Grande, RS, Brasil.

Dados do Autor Principal

Calle: Jorge Alberto Vieira Costa

Ciudad: Rio Grande

Brasil

CP: 96201-900

Tel: (53) 32338653

Fax: (53) 32338647

e-mail: dqmjorge@furg.br

RESUMO

A emissão de CO₂ na atmosfera é considerada uma das principais causas do aquecimento global. O aumento da concentração de CO₂ é atribuída principalmente à queima de combustíveis fósseis. Acima de 20 bilhões de toneladas de CO₂ são emitidas na atmosfera. As microalgas com sua capacidade de captura e utilização de CO₂, além de colaborar para redução dos problemas causados pela emissão desse gás, incorporam o carbono fixado em carboidratos e lipídios, e sua biomassa pode ser utilizada para produzir compostos químicos e alimentos. O objetivo deste trabalho foi verificar a capacidade de fixação e utilização de CO₂ pela microalga *Chlorella vulgaris*. O inóculo foi adaptado a 1% de CO₂ por aproximadamente 15 dias. Os cultivos foram realizados em fotobiorreatores fechados tipo erlenmeyers de 2L com concentração inicial de 0,15g.L⁻¹. Foram mantidos durante 20 dias a 30°C com fotoperíodo 12h claro/escuro e 3200 lux. As concentrações de CO₂ no ar de alimentação dos cultivos variaram de 0 a 24%. A vazão específica de ar foi 0,3vvm (volume de ar por volume de meio por minuto), fornecido 15 minutos por hora durante o período claro. A cada 24h era coletada amostra para acompanhamento do crescimento. As velocidades específicas máximas ficaram entre 0,15 e 0,09 dia⁻¹. A produtividade máxima foi 0,09 g.L⁻¹dia⁻¹ e a concentração celular máxima foi 0,86g.L⁻¹, ambas para o ensaio contendo 18% de CO₂.

INTRODUÇÃO

Com a ratificação pela Rússia do Protocolo de Kyoto no final do ano de 2004, a preocupação com a redução da emissão de CO₂ objetivando a obtenção de uma energia mais limpa, e/ou a fixação deste carbono produzido, ganhou um grande destaque e soluções terão que ser encontradas para o problema (Brasil, 2004). Em adição as diversas aplicações comerciais do cultivo de microalgas, incluindo a produção de alimentos, produtos para aquíicultura, ração animal e especialmente químicos, sua capacidade fotoautotrófica tem recentemente sido empregada para remoção de CO₂ de gases de combustão. A estratégia tem potencial em diminuir efetivamente a emissão de CO₂ para atmosfera, ajudando a diminuir o aquecimento global (Ono & Cuello, 2004).

Desde que foi relatado que a concentração de CO₂ acima de 5% influencia no crescimento de microalgas, linhagens têm sido isoladas e cultivadas em altas concentrações de CO₂ (Sung et al, 1999). Watanabe et al (1992) isolaram uma microalga denominada *Chlorella* HA-1. Esta microalga mostrou máximo crescimento de 5 a 10% de CO₂, mas a taxa de crescimento diminuiu com aumento da concentração de CO₂ maior que 10%.

Hanaga et al (1992) isolaram 5 microalgas de água doce tolerantes a alta concentração de CO₂ e relatou que *Scenedesmus* e *Chlorella* crescem acima de 50% de CO₂. Kodama et al (1993) relataram que a microalga marinha *Chlorococcum littorale* tem ótimo crescimento com 5 e 10% de CO₂ e a taxa de crescimento da microalga com 20% de CO₂ foi comparada ao ótimo. Sung et al (1999) cultivaram *Chlorella* KR-1 em 10, 30, 50 e 70% de CO₂ e a maior concentração celular foi com 10%, seguido de 30, 50 e 70% de CO₂.

As microalgas ao utilizarem o CO₂ se multiplicam e produzem uma série de componentes, incluindo ácidos graxos e proteínas, que podem ser extraídos. Os ácidos graxos podem ser transformados em biocombustível, como o biodiesel, e a biomassa protéica podem ser utilizada para alimentação, ração animal, fertilizante ou para produção de energia.

OBJETIVOS

Neste contexto objetivou-se verificar a capacidade da microalga *C. vulgaris* de se desenvolver em fotobiorreatores fechados de 2L tipo erlenmeyers exposta a diferentes concentrações de CO₂.

METODOLOGIA

Microrganismo e meio de cultivo

A microalga *C. vulgaris* adquirida junto à Universidade Federal de São Carlos foi utilizada neste estudo. O meio utilizado para cultivo e manutenção do inóculo foi o MBM. O inóculo foi mantido em meio com injeção de ar misturado a 1% (v/v) de CO₂.

Cultivos

A microalga foi cultivada em fotobiorreator fechado tipo erlenmeyer de 2L com volume útil de 1,8L. A aeração foi realizada misturando uma corrente de ar ao CO₂ através de um cilindro industrial (White Martins) com vazão de 0,3vvm e concentrações de CO₂ de 0, 6, 12 e 18% (v/v) 15min/h durante o período claro. A iluminação foi de 3200 lux fornecida por lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia. A concentração inicial dos experimentos foi 0,15g.L⁻¹. O aparato experimental foi mantido em câmara termostatizada não estéril a 30°C (Sarada et al, 1999, Zhang et al, 1999) com fotoperíodo de 12h claro/escuro (Tanticharoen et al, 1994).

A cada 24 h coletaram-se amostras assepticamente para controle da concentração celular, calculada através da medida da densidade ótica a 670nm em espectrofotômetro FEMTO, com auxílio de curva de calibração relacionando essa densidade ótica com peso seco de célula (Colla, 2002).

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a velocidade específica máxima de crescimento (μ_{max}), tempo de geração (t_g) concentração celular máxima (X_{max}) e produtividade máxima (P_{max}) para *C. vulgaris* cultivada com 0, 6, 12, 18 e 24% CO₂.

Tabela 1: Velocidade específica máxima de crescimento (μ_{max}), tempo de geração (t_g), concentração celular máxima (X_{max}) e produtividade máxima (P_{max}) para *C. vulgaris* cultivada entre 0 e 24% CO₂.

Concentração CO ₂ (%)	μ_{max} (dia ⁻¹)	t_g (dia)	X_{max} (g.L ⁻¹)	P_{max} (g.L ⁻¹ . dia ⁻¹)
0	0,12	5,8	0,50	0,06
6	0,10	6,9	0,48	0,03
12	0,13	5,2	0,79	0,06
18	0,15	4,5	0,86	0,09
24	0,09	7,6	0,53	0,03

Analisando a Tabela 1, observa-se que os maiores valores para a velocidade específica máxima de crescimento (μ_{max}) foram obtidas para os experimentos contendo 12% (0,13 dia⁻¹) e 18% de CO₂ (0,15 dia⁻¹). Assim verifica-se que a *C. vulgaris* além de suportar altas concentrações de CO₂ (18%) apresenta maior velocidade específica de crescimento em tal concentração. Mesmo na máxima concentração de CO₂ testada (24%) a microalga apresentou crescimento. O tempo de geração é o tempo necessário para que ocorra a duplicação da biomassa e variou entre 4,5 e 7,6 dias. Dobrar a biomassa de plantas terrestres pode levar meses (Henrikson, 1994; Bu Lock & Kristiansen, 1991), assim cultivar microalgas que podem duplicar sua biomassa em menos de uma semana é uma grande vantagem. A maior concentração celular máxima (X_{max}) e produtividade máxima (P_{max}) foram respectivamente, 0,86 g.L⁻¹ e 0,09 g.L⁻¹. dia⁻¹ para o ensaio contendo 18% CO₂.

A Figura 1, mostra que com 18% de CO₂ a *C. vulgaris* apresentou fase de morte celular após 20 dias de cultivo. No ensaio com 0% de CO₂ a microalga também apresentou fase de morte celular com 20 dias de cultivo,

entretanto desde 10 dias ela manteve sua concentração celular constante. Já para os ensaio contendo 6, 12 e 24% de CO₂ os cultivos apresentaram morte celular após 14, 17 e 12 dias, respectivamente.

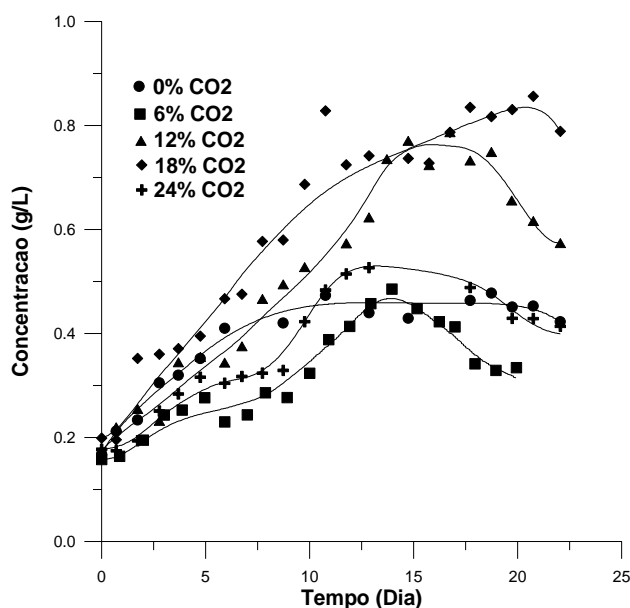


Figura 1: *C. vulgaris* cultivada em fotobiorreator fechado tipo erlenmayer entre 0 e 24% CO₂.

CONCLUSÕES

O ensaio contendo 18% de CO₂ apresentou maior velocidade específica máxima de crescimento, concentração celular máxima e produtividade máxima.

Apoio técnico e financeiro: ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A. e CGTEE – Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BU'LOCK, T.D. AND KRISTIANSEM, B., *Biocologia Básica*. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991.

COLLA, L.M., *Influencia das condições de crescimento sobre o potencial antioxidante da microalga *Spirulina platensis* e seu potencial na redução da hipercolesterolemia*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2002.

HANAGATA, N., TAKEUCHI, T., FUKUJU, Y., BARNES, D.J. AND KARUBE, I., Tolerance of microalgae to high CO₂ and high temperature. *Phytochemistry*. Volume 31, Páginas 3345 – 3348, 1992.

HENRIKSON, R., *Microalga *Spirulina*. Superalimento Del futuro*. Barcelona: Ediciones S.A. Urano. Páginas 210 - 218, 1994.

KODAMAM M., IKEMOTO, H. AND MIYACHI, S., A new species of highly CO₂-tolerance fast growing marine microalga suitable for high density culture. *Journal of Marine Biotechnology*. Volume 1, Páginas 21 – 25, 1993.

BRASIL, Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em:<<http://www.mct.gov.br>> Acesso em: 30 set. 2004.

ONO, E. AND CUELLO, J. L., Design parameters of solar concentrating systems for CO₂-mitigating algal photobioreactors. *Energy*. Volume 29, Páginas 1651 – 1657, 2004.

SARADA, R., PILLAI, G. AND RAVISHANKAR, G. A., Phycocyanin from *Spirulina* sp: influence of rocessing of biomass on phycocyanin yield, analysis of efficacy of extraction methods and stability studies on phycocyanin. *Process Biochemistry*. Volume 34, Páginas 795 – 801, 1999.

SUNG, K.D., LEE. J.S., PARK, S.C.AND CHOI, M.J., CO₂ fixation by *Chlorella* sp KR-1 and its cultural characteristics. *Bioresource Technology*. Volume 68, Páginas 269 – 273, 1999.

TANTICHAROEN, M., REUNGJITCHACHAWALI, M., BOONAG, B., VONKTAVEESUK, P., VONSHAK, A. AND COHEN, Z., Optimization of γ -linolenic acid (GLA) production in *Spirulina platensis*. *Journal of Applied Phycology*. Volume 6, Páginas 295 – 300, 1994.

ZHANG, X.W., ZHANG, Y.M. AND CHEN, F., Application of mathematical models to the determination optimal glucose concentration and light intensity for mixotrophic culture of *Spirulina platensis*. *Process Biochemistry*. Volume 34, Páginas 477 – 481, 1999.

WATANABE, Y., OHMURA, N. AND SAIKI, H. Isolation and determination of cultural characteristics of microalgae which functions under CO₂ enriched atmosphere. *Energy Conversion Management*. Volume 33, Páginas 545 – 552, 1992.