

MAXIMUM PRODUCTIVITY IN CELLS OF MICROALGAE *Spirulina platensis* UNDER THE INFLUENCE OF DIFFERENT HEIGHTS OF FLUID AND INITIAL CELL CONCENTRATION.

Grazieli Rodigheri, Gabriel C. Gonçalves, Luiz C. Holz, Alan Rempel, Francisco G. Magro, Ana C. Margarites, Luciane M. Colla.

Universidade de Passo Fundo - UPF

Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Campus universitário - Passo Fundo - RS
grazielirodigheri@gmail.com, gabrielcrivellaro.g@gmail.com, lc-holz@hotmail.com,
alan.rempel@hotmail.com, chicomagro@gmail.com, anacmargarites@yahoo.com.br,
lmcolla@upf.br.

Abstract. *The objective of this work was to study the influence of the height the fluid and the initial cell concentration on growth and maximum productivity in cells of microalgae *Spirulina platensis*. The microalgae was cultivated in raceways 350 L, in 20% Zarrouk medium, under continuous stirring by mechanical shovels. To evaluate the influence of different heights (10 cm and 20 cm) fluid and the initial cell concentration (0.10 gL^{-1} and 0.20 gL^{-1}) in maximum yield in cells, it conducted a experimental design 2^2 . It may higher productivity will be appreciated in cells grown in 10 cm high and initial cell concentration of 0.20 gL^{-1} . The lower height provided greater availability of light cells, and the highest concentration did not cause the self-shadowing of cells, facilitating their growth. Therefore the fluid height in the reactor and the initial cell concentration interfere with the growth of microalgae under study.*

Palavras-chave: *Condições de cultivo, Crescimento celular, Raceways.*

1. INTRODUÇÃO

Dentre muitas vantagens do cultivo das microalgas está a obtenção de seus produtos metabólicos, os quais podem ser utilizados na alimentação de organismos aquáticos e

terrestres, como suplementos alimentares para os seres humanos (PEREZ-GARCIA et al., [1]), em processos ambientais, como tratamento de águas residuais (RAWAT et al., [2]), e na produção integrada de combustíveis e co-produtos em biorrefinarias. (HARUN, [3]). Além disso, produzem subprodutos valiosos que podem ser utilizados como fertilizantes (AHMAD et al., [4]).

O cultivo de microalgas requer condições ambientais específicas, que variam de espécie para espécie. Entre os parâmetros principais que influenciam a produção de biomassa estão a intensidade da luz, a temperatura, a concentração de CO_2 , a quantidade de nutrientes e condições de mistura (SINGH; DHAR, [5]).

Um parâmetro com grande influência no crescimento das microalgas é luz. Apesar de esta ser de extrema importância para a realização da fotossíntese pelas microalgas, uma irradiância excessiva pode causar fotoinibição do microrganismo (RICHMOND et al., [6]). Além disso, em concentrações elevadas de algas, quase toda a luz disponível é absorvida somente por uma fina camada superior de células nos reatores (MOLINA GRIMA et al., [7]).

Os sistemas mais utilizados para o cultivo de microalgas em grande escala são as lagoas abertas, tipo *raceways*, devido ao

menor custo de produção, operação e durabilidade, em relação aos fotobiorreatores (MATA et al, [8]).

Estes sistemas devem ser construídos de forma a proporcionar irradiância suficiente para todas as células da microalga. O fornecimento de luz pode ser afetado por parâmetros como a altura de fluido e concentração celular no reator. Segundo Chen et al. [9], a profundidade de operação pode afetar diretamente na penetração e disponibilidade de luz. Segundo Lau et al. [10], o primeiro fator biótico que influencia significativamente o crescimento de algas é a densidade inicial, segundo o mesmo autor, espera-se que quanto maior a densidade de algas, melhor será o crescimento e maior a eficiência de remoção de nutrientes.

Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes alturas de fluido, em tanques *raceway*, e diferentes concentrações iniciais de inóculo na produtividade máxima em células pela microalga *Spirulina platensis*.

2. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

2.1 Metodologia

A microalga *Spirulina platensis* LEB 52 foi cultivada em *raceways* de 350 L (Fig. 1), instalados em uma estufa de hidroponia, no Parque Científico e Tecnológico da UPF (UPF Parque). A agitação dos cultivos foi realizada por um sistema de pás mecânicas, com velocidade agitação das pás fixada em $0,35\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Para o cultivo da microalga *Spirulina* foi usado meio Zarrouk a uma concentração de 20% (ZARROUK, [11]).

Foi realizado um delineamento experimental 2^2 para avaliar a influência da altura de fluido (H) e da concentração celular inicial (X_0) sobre o crescimento da microalga (Tabela 1), sendo os ensaios realizados em duplicata.

Figura 1 – Tanques *raceways* para cultivo de *Spirulina*.



A concentração celular da cultura foi determinada periodicamente, cada 24 h, por medição da densidade ótica em espectrofotômetro a um comprimento de onda de 670 nm. A partir desta, foi possível avaliar a produtividade máxima em células ($P_{\text{máx}}$) ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$), conforme Eq. (1).

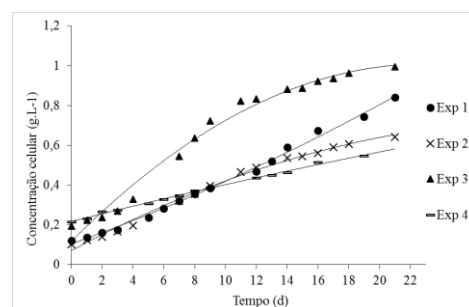
$$P_{\text{máx}} (\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}) = \frac{X-X_0}{t-t_0} \quad (1)$$

A produtividade máxima em células foi avaliada de acordo com a metodologia de planejamento de experimentos, no qual se estima os efeitos principais e de interação de variáveis avaliadas.

2.2 Resultados e discussões

A partir da avaliação da Figura 1, pode-se perceber que o Ensaio 3 ($H=10\text{cm}$; $X_0=0,20\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) foi o que apresentou maior crescimento, destacando-se em relação aos demais.

Figura 1 – Curvas de crescimento da microalga *Spirulina*.



A menor altura de fluido estudada proporcionou uma irradiância maior às células, favorecendo o crescimento da microalga. Segundo Brennan e Owende [12], a profundidade da cultura deve ser mantida baixa, para que possa assegurar uma

penetração eficiente da luz solar e maior crescimento da microalga.

A produtividade em células é importante pois considera além da concentração de algas no cultivo o tempo de cultivo. Nota-se uma maior produtividade de células (Tabela 1) quando o cultivo iniciou com maior concentração celular e menor altura de fluido. Isto se deve ao fato de menores alturas proporcionarem uma maior penetração de luz no reator e, conseqüentemente maior disponibilidade de luz para todas as células.

Tabela 1 – Produtividade máxima em células nos cultivos de *Spirulina*.

Ensaio	X ₀ (g.L ⁻¹)	H (cm)	P _{máx} (g.L ⁻¹ .d ⁻¹)
1	0,10 (-1)	10 (-1)	0,071 ± 0,0054
2	0,20 (+1)	10 (-1)	0,042 ± 0,0018
3	0,10 (-1)	20 (+1)	0,086 ± 0,0035
4	0,20 (+1)	20 (+1)	0,035 ± 0,0003

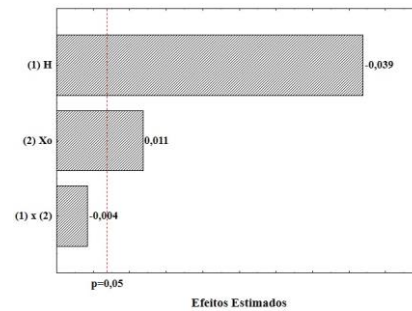
Além disso, ao decorrer dos cultivos a produtividade teve um aumento nos primeiros 10 dias, aproximadamente, e após isso houve um decréscimo da mesma. Isto pode ser explicado pelo fato de que a penetração de luz no reator diminui à medida que a concentração celular aumenta, devido ao efeito de auto-sombreamento das células, causando uma diminuição da atividade de fotossíntese (Hu, [13]).

A Figura 2 comprova que ambas as variáveis analisadas apresentam influência significativa sobre P_{máx}, no entanto o efeito da altura de fluido foi muito superior ao da concentração celular inicial. Ainda é possível observar que não existe interação significativa entre as variáveis estudadas, ou seja, o efeito de uma variável sobre a resposta de interesse não depende do valor da outra variável em estudo.

A partir da Análise de Variância foi possível observar que os dados experimentais ajustaram-se ao modelo de

primeira ordem, sendo que o F_{calculado} (100) foi superior ao F_{tabelado} (6,591), com um coeficiente de determinação (R²) de 0,98, sendo possível gerar o modelo de primeira ordem (Eq. 2) e a Superfície de Resposta (Fig. 3).

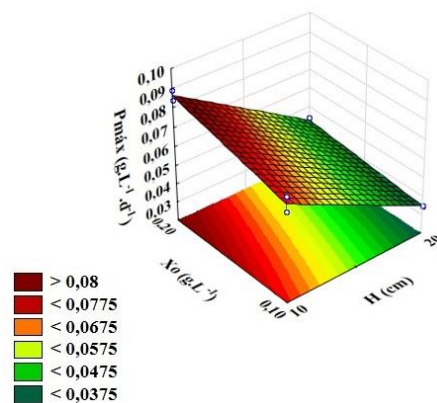
Figura 2 – Efeitos estimados das variáveis estudadas sobre P_{máx}.



$$P_{máx} = 0,0586 - 0,0199 \times H + 0,0056 \times X_0 - 0,0020 \times H \times X_0. \quad (2)$$

De acordo com a Fig. 3, pode-se observar que a maior P_{máx} foi atingida quando *Spirulina* foi cultivada nas condições de menor altura de fluido (10 cm) e maior concentração celular inicial (0,20 g.L⁻¹).

Figura 3 – Superfície resposta para P_{máx} em cultivos de *Spirulina* em raceways.



Prussi et al. [14] relataram que o uso de reduzidas profundidades de cultura proporciona concentração mais elevada de algas, e ainda oferece vantagens, como a redução da água necessária por metro quadrado da lagoa. A maior concentração

celular inicial utilizada ($0,20 \text{ g.L}^{-1}$) não ocasionou, possivelmente, problemas de auto-sombreamento, pois nestas condições foram obtidas maiores $P_{\text{máx}}$.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir que tanto a altura de fluido e a concentração celular inicial influenciam no crescimento da microalga e na produtividade máxima em células.

Os cultivos realizados com menor altura de fluido e maior concentração celular inicial apresentaram maiores produtividades em células pela microalga.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a Universidade de Passo Fundo.

REFERÊNCIAS

- [1] PEREZ-GARCIA, O.; ESCALANTE, F. M. E.; DE-BASHAN, L. E.; BASHAN, Y. Heterotrophic cultures of microalgae: Metabolism and potential products. *Water Research*, Oxford, v. 45, p. 11-36, 2011.
- [2] RAWAT, I., et al. Dual role of microalgae: phycoremediation of domestic wastewater and biomass production for sustainable biofuels production. *Appl Energy*, 2011.
- [3] HARUN, R. et al. Microalgal biomass as a fermentation feedstock for bioethanol production. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 2010.
- [4] AHMAD, A.L. et al. Microalgae as a sustainable energy source for biodiesel production: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2011.
- [5] SINGH, N. K.; DHAR, D. W. Microalgae as second generation biofuel. A review. *Agronomy Sustainable Development*, v. 31, 2011.
- [6] RICHMOND, D. A. et al. Efficient use of strong light for high photosynthetic productivity: interrelationships between the optical path, the optimal population density and cell-growth inhibition. *Biomol Eng*, 2003.
- [7] MOLINA GRIMA, E., et al. Tubular photobioreactor design for algal cultures. *Journal Biotechnology*, v. 92, 2001.
- [8] MATA T. M., et al. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2010.
- [9] CHEN C.Y., et al. Microalgae-based carbohydrates for biofuel production. *Biochem Eng*, 2013.
- [10] Lau, P.S., et al. Effect of algal density on nutrient removal from primary settled wastewater. *Environ. Pollut*, p. 59-66, 1995.
- [11] ZARROUK, C. Contribution à l'étude d'une Cyanophycée: influence de divers facteurs physiques et chimiques sur la croissance et la photosynthèse de *Spirulina maxima*. Thesis (Ph.D) - Université Des Paris, Paris, 1966.
- [12] BRENNAN, L.; OWENDE, P. Biofuels from microalgae – A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, p. 557-577, 2010.
- [13] HU, Q. Environmental effects on cell composition. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 2004.
- [14] PRUSSI, M., et al. Optimization of the algae production in innovative ponds - the MAMBO project. Berlin, Germany. p. 6-10, 2011.