OPERAÇÃO E MONITORAMENTO DE CULTIVOS DE MICROALGAS EM FOTOBIORREATORES COMPACTOS

Kerlon Silva Henrique, Willy de Paula Rocha, Gabriela de Amorim da Silva, Ângelo Paggi Matos, Fábio Farias de Neves, Daniel Pedro Willemann

INTRODUÇÃO

As microalgas apresentam importância biotecnológica por sua capacidade de produzir biomassa e diferentes compostos bioativos, sendo seu desenvolvimento influenciado pelas condições de cultivo e pela composição do meio de cultura (MATOS *et al.*, 2021). *Porphyridium cruentum*, uma microalga vermelha marinha, apresenta potencial para produção de biomassa e compostos de interesse comercial como pigmentos (ficoeritrina) e polissacarídeos (exopolissacarídeos sulfatados). Essa microalga vermelha também se destaca na biotecnologia por produzir grandes quantidades de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) de cadeia longa, com destaque para o ácido araquidônico (ARA, C20:4 ω6) e o ácido eicosapentaenoico (EPA, C20:5 ω3), essenciais para a nutrição humana e saúde cardiovascular (MATOS *et al.*, 2016).

As microalgas podem ser cultivadas em diferentes configurações de fotobiorreatores, incluindo modelos tubulares, de painel plano (*flat panel*) e colunas de bolhas (*airlift*), que otimizam a captação de luz e o controle de gases (HUANG *et al.*, 2017). Estudos demonstram que fatores como salinidade, temperatura, luminosidade e composição do meio influenciam o crescimento e a produtividade celular, tornando o controle dessas condições importante fator para o escalonamento do processo (DECAMP *et al.*, 2023; LIBERTI *et al.*, 2023). Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo acompanhar o cultivo de *P. cruentum* desde a produção inicial do inóculo em escala laboratorial até a obtenção de biomassa seca produzida em escala semipiloto, avaliando as etapas de escalonamento, operação das bolsas e recuperação da biomassa.

DESENVOLVIMENTO

O cultivo de *P. cruentum* foi inicialmente realizado em pequena escala em uma sala específica denominada cepário, com aumento progressivo do volume de cultivo até a obtenção de quantidade suficiente de inóculo. O processo foi conduzido em triplicata, permitindo a ampliação gradual da cultura e a posterior transferência para o sistema de cultivo em maior escala. O meio de cultura foi preparado utilizando diferentes fontes de nutrientes e sais, incluindo NaCl, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, KCl, $NaHCO_3$ e bórax, além de fontes nutricionais como Fortgreen/Tabaco Plus. A composição do meio foi estabelecida de acordo com o volume necessário para o cultivo. Após a etapa de escalonamento em laboratório, o cultivo foi transportado em bombonas (~ 20 L) até a área de cultivo na planta piloto de algas instalada na praia do Gi em Laguna/SC e transferido para bolsas previamente cloradas, com capacidade de 80 L de volume de trabalho. Durante o cultivo foram acompanhados parâmetros operacionais e físico-químicos, incluindo temperatura, pH, salinidade, luminosidade e densidade celular. Após o desenvolvimento da cultura e a entrada na fase estacionária, o cultivo foi encaminhado para a etapa de recuperação da biomassa por floculação, usando 3 mL/L de Tanfloc SG TANAC. Este floculante atua em sistemas de partículas coloidais, neutralizando cargas iônicas e formando pontes entre estas partículas, sendo este o processo responsável pela formação de flocos e consequentemente sedimentação ou flotação. A biomassa separada foi posteriormente submetida à secagem em estufa (45°C por 24h) e armazenada para análises químicas posteriores.

RESULTADOS

O escalonamento progressivo possibilitou a transferência da cultura inicialmente mantida em pequena escala para o sistema de bolsas de maior volume. A utilização das bolsas permitiu a condução de cultivos em escala ampliada, com aumento do volume de 50 para 80 L e acompanhamento sistemático das condições operacionais (Figura 1). O cultivo foi realizado durante o verão (janeiro de 2026), período em que foram observadas variações de temperatura e luminosidade, com valores de 22 a 30 °C e 32.440 a 78.049 lux, respectivamente. A salinidade variou entre 17,9 e 20,4 ppt, o pH entre 6,8 e 8,4, e a densidade celular aumentou de 35 x 10^4 cel/mL para 10 x 10^5 cel/mL nos primeiros seis dias de cultivo e, após a adição de mais 30L de meio de cultura novo, a microalga atingiu uma densidade celular máxima de 70 x 10^5 cel/mL. Após 12 dias de cultivo, a microalga atingiu a fase estacionária de crescimento e todo o cultivo foi enviado para uma caixa d'água com adição do floculante (TANFLOC SG TANAC). A cultura permaneceu por pelo menos 12h para decantação; após isso, utilizou-se um filtro ultrafino para separar a parte sólida da líquida e, então, secagem e análises posteriores foram realizadas no Laboratório de Cultivo e Biotecnologia de Algas (LCBA/UDESC/Laguna).

A composição do meio, associada ao controle de parâmetros como pH, salinidade, temperatura, luminosidade e aeração, forneceu condições para a manutenção da cultura ao longo das etapas experimentais (Tabela 1). A literatura demonstra que esses fatores podem influenciar diretamente o crescimento de *P. cruentum*, destacando a importância do controle das condições de cultivo durante o escalonamento (DECAMP et al., 2023). Após o período de cultivo, a floculação permitiu a separação da biomassa do meio, seguida pela secagem e armazenamento do material obtido. Como vantagens, o sistema possibilitou o aumento progressivo do volume, o manejo das culturas em bolsas e a obtenção de biomassa para etapas posteriores. Entre as limitações observadas, destacam-se a necessidade de monitoramento contínuo, as variações das condições ambientais e a dependência do funcionamento adequado dos equipamentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo de *Porphyridium cruentum* demonstrou a possibilidade de ampliação progressiva da cultura, desde pequenas quantidades produzidas no laboratório até o cultivo em bolsas de maior volume em ambiente externo. A preparação do meio, o controle das condições de cultivo e o acompanhamento da operação foram etapas fundamentais para a condução do processo. A recuperação da biomassa por floculação, seguida da secagem e armazenamento, permitiu a obtenção do material necessário para análises posteriores. Dessa forma, o processo desenvolvido estabeleceu uma sequência de cultivo e recuperação de biomassa adequada para estudos futuros de caracterização e aproveitamento do material produzido que possui aplicação direta na extração do pigmento vermelho (ficoeritrina) para utilização como corante natural em alimentos e/ou cosméticos. Este trabalho ilustra a relevância da prática de pesquisa acadêmica integrada à docência. Além de consolidar o pensamento crítico e prático, essa vivência capacita o aluno para os desafios do mercado de trabalho e da pós-graduação.

Palavras-chave: *Porphyridium cruentum*; microalgas; escalonamento; bolsas de cultivo; floculação; biomassa.

ANEXOS



Figura 1. *Monitoramento. Fotobiorreator vertical para cultivo em escala semipiloto (80 L/bolsa).*

Tabela 1. *Dados coletados durante 12 dias de cultivo. Repique para mais bolsas no dia 22/01.*

Microalga	Data	Dias de Cultivo	Hora	Altura (L)	pH	Clima	Lux out	Salinidade	Dens. cel. (cel/mL)
P. cruentum	16/01	0	09:10	50	7,7	Sol	78049	20,2	35
P. cruentum	19/01	3	09:20	50	8,0	Chuva	43400	20,1	155
P. cruentum	20/01	4	09:00	50	8,2	Nublado	32440	20,1	375
P. cruentum	21/01	5	09:20	50	7,8	Nublado	39660	20,4	525
P. cruentum	22/01	6	09:30	80	6,8	Sol	76001	17,9	105
P. cruentum	23/01	7	09:40	80	8,4	Nublado	36072	19,7	260
P. cruentum	26/01	10	08:55	80	7,6	Sol	69120	19,7	435
P. cruentum	27/01	11	08:50	80	7,7	Sol	60867	19,6	675
P. cruentum	28/01	12	09:00	80	7,8	Sol	68904	19,6	705

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DECAMP, A.; MARTINEAU, E.; GRIZEAU, D.; PRUVOST, J.; GONÇALVES, O. Effects of the salinity on the biosynthesis of the polysaccharides of the marine microalgae *Porphyridium cruentum*. *Algal Research*, v. 71, p. 103089, 2023. DOI: 10.1016/j.algal.2023.103089.

HUANG, Q.; JIANG, F.; WANG, L.; YANG, C. Design of photobioreactors for mass cultivation of photosynthetic organisms. *Engineering*, v. 3, n. 3, p. 318-329, 2017.

LIBERTI, D.; IMBIMBO, P.; GIUSTINO, E.; D'ELIA, L.; FERRARO, G.; CASILLO, A.; ILLIANO, A.; PINTO, G.; DI MEO, M. C.; ALVAREZ-RIVERA, G.; CORSARO, M. M.; AMORESANO, A.; ZARRELLI, A.; IBÁÑEZ, E.; MERLINO, A.; MONTI, D. M. Inside out *Porphyridium cruentum*: beyond the conventional biorefinery concept. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, v. 11, n. 1, p. 381–389, 2023. DOI: 10.1021/acssuschemeng.2c05869.

LIBERTI, D.; IMBIMBO, P.; GIUSTINO, E.; D'ELIA, L.; SILVA, M.; BARREIRA, L.; MONTI, D. M. Shedding light on the hidden benefit of *Porphyridium cruentum* culture. *Antioxidants*, v. 12, n. 2, p. 337, 2023. DOI: 10.3390/antiox12020337.

MATOS, Â. P.; DA SILVA, T.; SANT'ANNA, E. S. The feasibility of using inland desalination concentrate (DC) as an alternative substrate for *Spirulina platensis* mass cultivation. *Waste and Biomass Valorization*, v. 12, n. 6, p. 3193-3203, 2021.

MATOS, Â. P.; FELLER, R.; MOECKE, E. H. S.; DE OLIVEIRA, J. V.; JUNIOR, A. F.; DERNER, R. B.; SANT'ANNA, E. S. Chemical characterization of six microalgae with potential utility for food application. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 93, n. 7, p. 963-972, 2016.

YIN, H. C.; SUI, J. K.; HAN, T. L.; LIU, T. Z.; WANG, H. Integration bioprocess of B-phycoerythrin and exopolysaccharides production from photosynthetic microalga *Porphyridium cruentum*. *Frontiers in Marine Science*, v. 8, 836370, 2022. DOI: 10.3389/fmars.2021.836370.