

EVALUACIÓN DE LA TASA FOTOSINTÉTICA DEL ALGA VERDE *Rhizoclonium riparium* (ROTH) KÜTZING EX HARVEY, EXPUESTA A COBRE Y SU USO COMO INDICADOR DE CONTAMINACIÓN POR METALES EN AGUAS ESTUARINAS

Montoya, W.¹, E. J. Peña² y R. Benítez³.

1.- Universidad del Cauca, Departamento de Biología. ilwy73@yahoo.com

2.- Universidad del Valle, Departamento de Biología, A. A: 25360, Colombia. Teléfono: (2)3393243

3.- Universidad del Cauca, Departamento de Química, Teléfono (28)8209800 ext. 2334

ABSTRACT: Algae have been used as bioindicators by having several advantages such as they have short life cycles, they can take up nutrients directly from water, they are generally easy to collect in sufficient amounts from various habitats; and they readily accumulate compounds present in seawater, making tissue analyses reliable indicators of water quality. In order to evaluate the bioremoval capability of the green alga *Rhizoclonium riparium*, the photosynthetic responses to heavy metal pollution under different sublethal concentrations of copper was assessed. Photosynthetic rates were significantly low ($p < 0.05$) at low copper concentrations, between (0.01 y 10 mg/l). Maximum photosynthetic values were shown at 30 y 60 mg/l and almost zero at 150 mg/l of Cu. During the first 24 hours of exposure there was a significant reduction ($p < 0.05$) of photosynthesis in all studied concentrations, whereas between 24 and 96 exposure times, rates increased significantly. These preliminary results suggested that plants exhibited an “alarm phase” related with diffusion processes and metal ions exchange at the cell wall. The photosynthesis behaviour along the gradient concentration indicated the resistance and tolerance capacity of the alga as well as its potential use for copper removal in coastal waters.

Key words: Bioacumulación, Fisiología del estrés, metales pesados, algas rojas, manglar.

INTRODUCCIÓN

Los procesos de bioremediación, basados en la capacidad que tienen algunos organismos de captar y acumular contaminantes, representan una técnica alternativa para la eliminación y recuperación de metales desde efluentes industriales o urbanos, teniendo, en el caso de emplear algas, las ventajas de un bajo costo, la no producción de contaminación secundaria y gran capacidad de acumulación sobre los métodos convencionales (Jin-Fen et al. 2000). Los bioindicadores pueden tener un rango de respuesta desde el nivel biomolecular al poblacional y de comunidad.

Las algas bénticas han demostrado ser organismos capaces de tolerar altas concentraciones de metales, especialmente por su capacidad de acumular iones en su pared celular (Panizzo et al 1998, Wang et al, 1997). Su uso como agentes de control de contaminación están relacionados con sus características fisiológicas y su bioquímica de absorción (Larsen 1997, Hall 1981, Lage et al 1986, Peña 1998, Peña et al 1999, Chong et al 2000). Según Wilson (1994) los organismos bioindicadores son aquellos cuya presencia o abundancia indican algún proceso o condición del sistema en el que habitan. El alga verde *Rhizoclonium riparium* crece epífita sobre las raíces del mangle y en sustratos aislados en los planos lodosos intermareales (Peña 1998, Cantera & Blanco 2001). El objetivo de este estudio es determinar el comportamiento de *R. riparium* expuesta a cobre y evaluar su eficiencia como organismo indicador de sistemas marinos contaminados por metales pesados.

La presencia de especies perennes con ciclos de vida anual pueden utilizarse como un criterio inicial para su identificación como bioindicadores, sin embargo, dado que los organismos están sujetos a una variedad de agentes estresantes en su ambiente natural, se necesitan múltiples medidas que ayuden a identificar y separar los efectos de factores de estrés inducidos (e.g otros contaminantes, metales pesados) de los efectos de los tipos de estrés natural, como variaciones de los factores fisicoquímicos, competencia, regímenes de temperatura, disponibilidad de alimento (Chong et al. 2000).

El presente estudio pretendió evaluar la capacidad de respuesta a la contaminación por metales por parte del alga verde *R. riparium* y su uso como indicador biológico, mediante la determinación de la actividad fotosintética de la especie, expuesta a diferentes concentraciones subletales de cobre en el laboratorio

MATERIALES Y METODOS

Recolección de muestras

Muestras de *Rhizoclonium riparium* fueron recolectadas en la Bahía de Buenaventura (3° 54' N, y 77° 5' W) durante los meses de Junio del 2002 hasta Agosto de 2003, en marea baja y en forma manual. Las muestras se lavaron con agua desmineralizada y se envolvieron en toallas de papel humedecido con agua desmineralizada para ser empacadas en bolsas de polietileno según el procedimiento de West & Calumpong (1998) propuesto para transporte de plantas para estudios en laboratorio.

Bioensayos

Filamentos de *Rhizoclonium riparium* se incubaron en 610 mililitros del medio de cultivo F-2 de Guillard. Se determinó la concentración de oxígeno disuelto en cuatro intervalos

de exposición (1, 24, 96 y 144 horas) y a nueve concentraciones del metal (0.1, 1, 5, 10, 15, 30, 60, 100 y 150 mg/l). La producción fotosintética se obtuvo mediante la diferencia entre las concentraciones de oxígeno inicial y final durante una hora de tratamiento (método de las botellas claras y oscuras) para cada intervalo de exposición (Peña et al. 1999). Cada tratamiento se efectuó por triplicado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre las concentraciones y tiempos de exposición al metal, se realizó un análisis de varianza en dos vías (concentraciones y tiempo), aplicando adicionalmente el test de Duncan para ver diferencias entre tratamientos, utilizando el programa Statistica versión 7.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que la producción de oxígeno disminuye, con valores cercanos a cero, desde las 96 hasta las 144 horas de exposición a todas las concentraciones de cobre usadas. Larcher (1995) sugiere que las plantas presentan una fase de alarma, tal como lo muestra el comportamiento de la curva de fotosíntesis. En las primeras 24 horas de exposición se observa una disminución significativa ($p < 0.05$) en la producción fotosintética, hasta las 96 horas de exposición (Figura 1). La actividad fotosintética mostró dos picos máximos a 30 y 60 mg/l y se acerca a cero cuando la planta se expone a 150 mg/l de solución acuosa del metal. Durante las primeras 24 horas de exposición al metal, se presentó una disminución significativa ($p < 0.05$) de la tasa fotosintética en todas las concentraciones del bioensayo.

Figura 1. Comportamiento fotosintético de *Rhizoclonium riparium* expuesta a cobre.

Los resultados indican que *R. riparium* muestra resistencia a bajas concentraciones de cobre (0.1-30 ppm) en el medio de cultivo, por lo que su uso como bioindicador para vertimientos de cobre está restringido a este rango.

Las variaciones de las tasas fotosintéticas de *R. riparium* a diferentes tiempos de exposición se muestran en el gráfico 2. Después de las 96 horas de exposición la producción de oxígeno en el alga disminuye significativamente hasta alcanzar valores de cero después de las 144 horas. En el rango de entre 24 y 96 horas de exposición al metal, la producción de oxígeno aumentó considerablemente a excepción de las plantas expuestas a 5 mg/l. Estos resultados señalan que en las primeras 24 horas de exposición, la planta responde a una fase de alarma relacionada con procesos de difusión e intercambio de iones del metal a nivel de la pared celular. El comportamiento de la tasa fotosintética del alga en el rango de concentraciones estudiado indican la capacidad de tolerancia y resistencia al metal y su uso potencial como indicador de contaminación por metales en aguas costeras.

Los periodos prolongados de exposición y a concentraciones altas pueden ayudar a la determinación de las concentraciones letales necesarias para el establecimiento de normas de permisibilidad para vertimientos domésticos e industriales, usando *R. riparium* como indicador biológico. La presencia abundante del alga verde filamentosa, *Rhizoclonium riparium*, en los manglares bahía de Buenaventura (Peña 1998) puede

usarse como un indicador de la actividad antropogénica en la bahía y de aportes de materia orgánica y en agua.

Figura 2. Comportamiento Fotosintético de *Rhizoclonium riparium* expuesta a cobre (se obviaron las concentraciones 60, 100 y 150 ppm. por su comportamiento similar)

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

- Cantera, JR y Blanco, JF. The Estuary Ecosystem of Buenaventura Bay, Colombia. Ecological Studies, Vol 44. Seeliger & Kjerfve editors. En: Coastal Marine Ecosystems of Latinoamérica. Springer - Verlag. Berlín. 2001.
- Chong, AMY. Wong, YS. Tam, NFY. Performance of different microalgal species in removing nickel and zinc from industrial wastewater. University of Hong Kong, China. En: Chemosphere 41(2000) p. 251-257.
- Hall, A. Copper Accumulation in Copper Tolerant and Non-Tolerant populations of the Marine Fouling Alga *Ectocarpus silicosus* (Dillw.) Lyngbye. En: Botanica Marina. Vol XXIV, p. 223 – 228. 1981. USA. GER.
- Lage, O.M; Soares, M.V; Vasconcelos, T.S; Parente, A.M y Salema, R. Toxicity Effects of Copper (II) on the Marine Dinoflagellate *Amphidinium carterae*: Influence of Metal Speciation. En : European Journal of Phycology. Vol. 31, p. 341-348. 1996. UK.
- Larcher, W. Physiological Plant Ecology. 3e. Springer Verlag..p 323. 1995. Ger
- Panizzo, L; Mora, C y Sosa, M. Bioacumulación de Metales Cu y Zn en *Caulerpa sertularoides* de la Bahía de Cartagena. En: Memorias de VIII Seminario de Ciencias y Tecnologías del Mar Colombia. Santa Marta, Colombia. Octubre 26-30 de 1998. 15 p.
- Peña, E.J. Physiological Ecology of Mangrove Associated Macroalgae in a Tropical Estuary. Tesis Doctoral. Universidad de Carolina del Sur. EUA. 1998. 259 p.
- Peña, E.J, Zingmark, R y Nietch, Ch. Comparative Photosynthesis of Two Species of Intertidal Epiphytic Macroalgae on Mangrove Roots During Submersion and Immersion. En: J. Phycol. Vol. 35, 1206-1214 1999

Shaw, W. 2000. Heavy metal tolerance in plants. CRC Press Boca Ratón. 128 p.

Wang, W, Gorsuch, JW; Hughes, JS. Plants for Environmental Studies. CRC Press. 1997. USA.